

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОТЛОЖЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ ОСАДКОВ В СКВАЖИНАХ**

Хасанов М.М., Рагулин В.В., Михайлов А.Г., Шайдаков В.В.,  
Никитин Р.В., Лаптев А.Б., Князев В.Н.

(Уфимский филиал «ЮганскНИПИнефть»,  
Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
Инжиниринговая компания «Инкомп-нефть»,  
ОАО «Белкамнефть»)

В процессе подъема добываемой продукции от забоя к устью нефтяных и газовых скважин изменяются термобарические условия, что может сопровождаться отложением неорганических солей на стенках насосно-компрессорных труб (НКТ), глубинно-насосном оборудовании. Это приводит к постепенному уменьшению проходного сечения колонны НКТ, а при использовании погружных насосов – к преждевременному выходу их из строя, снижению межремонтного периода скважин (рис.1). Образование плотного камнеобразного осадка на рабочих частях и поверхностях погружных ЭЦН нарушает теплообмен, приводит к заклиниванию электродвигателя, поломке вала и выходу насоса из строя.

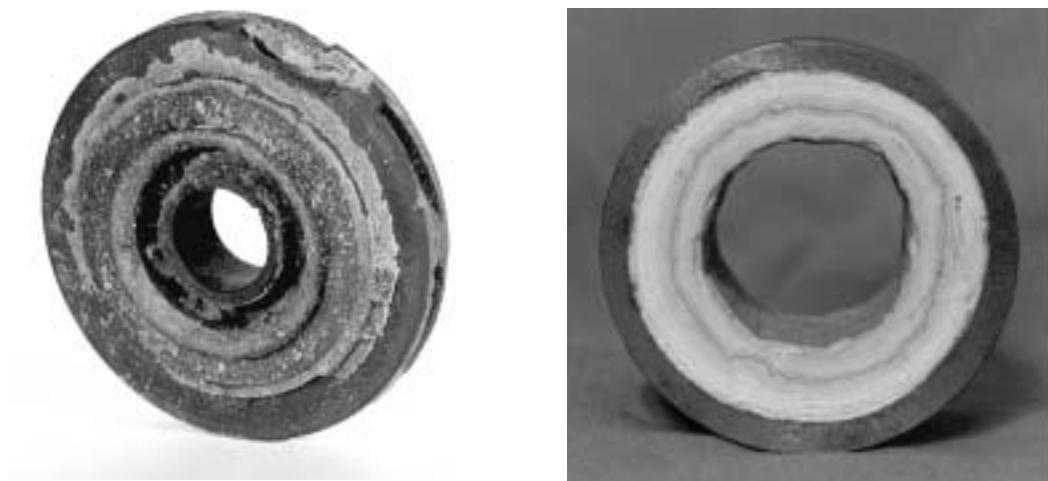


Рис. 1 – Отложения солей на рабочем колесе насоса ЭЦН и в НКТ.

Для борьбы с солеотложениями применяют различные способы: ингибирование добываемой скважинной продукции, изготовление наиболее ответственных деталей из конструкционных материалов с малой адгезией к солевым отложениям, эмульгирование добываемой жидкости [1]. В связи с массовым внедрением новых высоко эффективных магнитных материалов, все больше внимания обращается на возможность использования магнитного поля для решения проблемы солеотложения в процессе нефтедобычи [2,3,4,5].

Проведенные в теплоэнергетике исследования выявили влияние магнитного поля на кинетику кристаллизации, обуславливающее увеличение концентрации центров кристаллизации в массе воды. В результате обработки вместо накипи, отлагающейся на поверхности оборудования, образуется взвесь в объеме раствора, которая выносится из опасной зоны и удаляется с помощью специальных устройств [6].

До сих пор нет единого мнения относительно механизма и эффективности воздействия магнитного поля на водные среды. Так, согласно [6], влияние магнитного поля на параметры фазового перехода в водных растворах солей невелико, в то же время в других литературных источниках отмечается весьма значительное влияние магнитного поля на выпадение карбоната кальция, а в качестве наиболее оптимального значения его напряженности указывается диапазон 32-35 кА/м [7], либо не менее 80-85 кА/м [8].

С целью выяснения оптимальных значений магнитной обработки было исследовано влияние напряженности магнитного поля, времени обработки, температуры, времени термостатирования, способа обработки водной среды на солеобразование. В качестве модели пластовой воды использовались воды следующего ионного состава:  $\text{Ca}^{2+}$  - 260-265;  $\text{Mg}^{2+}$  - 112-120;  $\text{HCO}_3^-$  - 1366-2074;  $\text{Na}^+$  - 3979;  $\text{Cl}^-$  - 5750-6161 мг/л, соответствующие реальным пластовым водам месторождений ОАО «Юганскнефтегаз».

Пробы модели пластовой воды обрабатывались магнитным полем, создаваемым установкой УМПЛ-1 (рис.2) и термостатировались в течение 0,5-3 часов. Обработка велась как при температуре 20 °С, так и при температуре равной температуре дальнейшего термостатирования.

Количество содержащихся ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе устанавливалось методами объемного анализа [9]: титрованием отфильтрованной через фильтр «Синяя лента» пробы раствора Трилоном-Б в присутствии индикатора-мурексида.

Установлено, что в водной среде, предварительно обработанной магнитным полем, процесс солеобразования карбоната кальция интенсифицируется в 1,1 – 1,5 раза. Причем постоянное магнитное поле увеличивает образование карбонатных осадков по сравнению с переменным магнитным полем в среднем в 1,5 раза (рис.3).

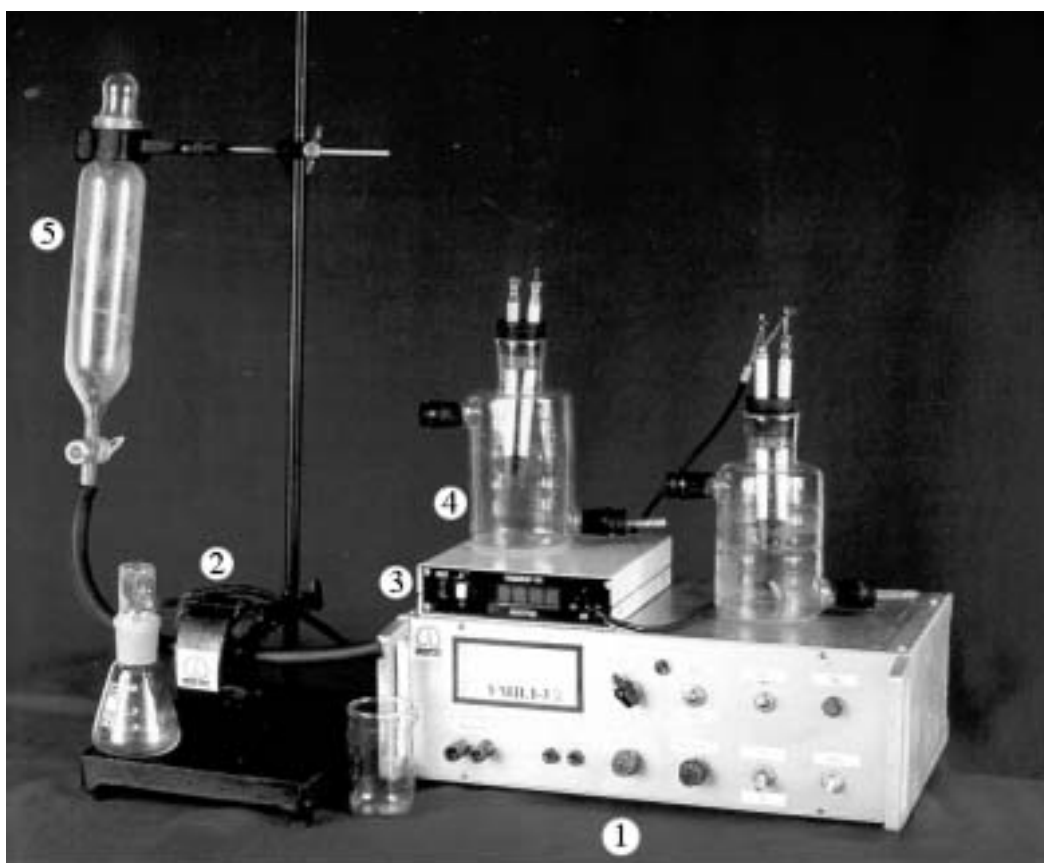


Рис 2. Универсальный стенд для проведения магнитной обработки жидкости с применением установки УМПЛ-1  
 1-установка УМПЛ-3; 2- индуктор; 3-коррозиметр; 4-электрохимическая ячейка; 4-делительная воронка.

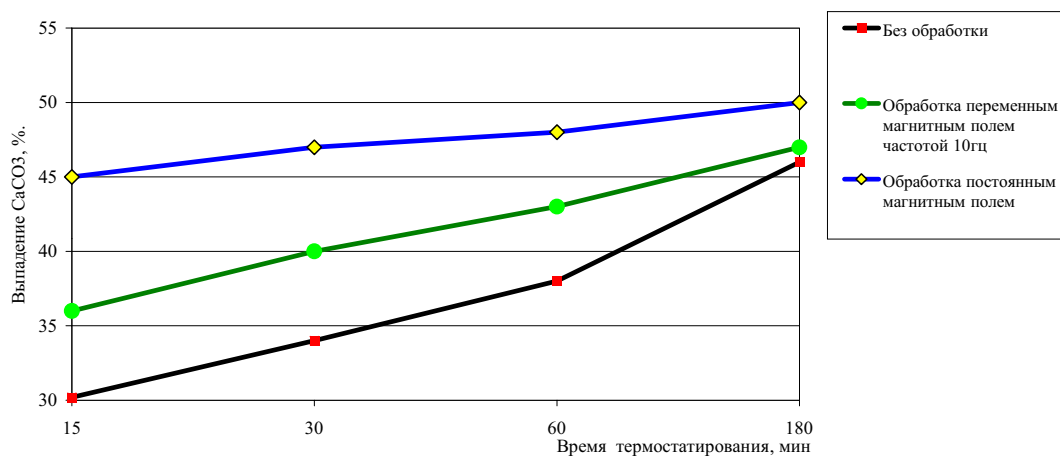


Рис. 3 - Выпадение карбоната кальция из раствора, прошедшего обработку постоянным и переменным магнитным полем

Влияние длительности магнитной обработки постоянным магнитным полем на выпадение карбоната кальция из модели пластовой воды при наличии и отсутствии в ней ионов  $Fe^{3+}$  приведено на рис. 4. Напряженность постоянного магнитного поля составляла 32кА/м. Для получения в пробах модели пластовой воды ионов  $Fe^{3+}$  в них добавлялось 50...500мг/л твердого  $FeCl_3$ .

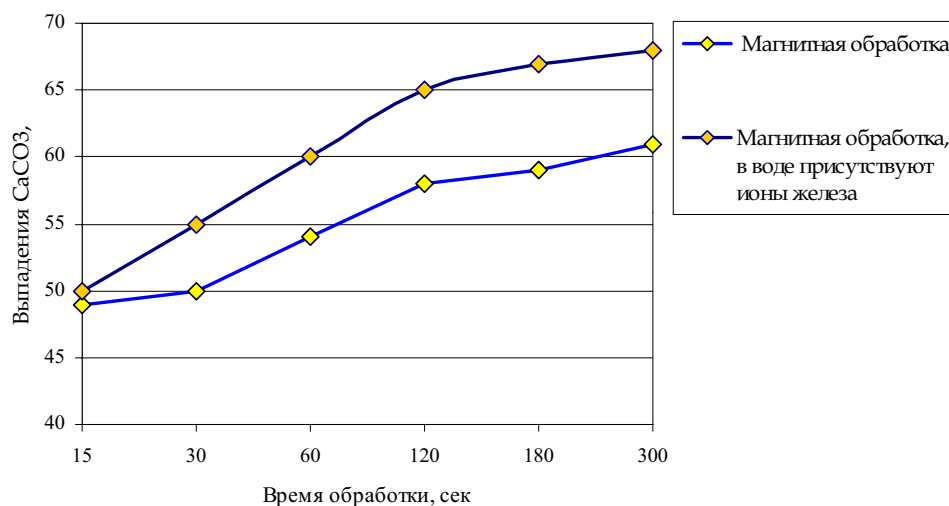


Рис. 4 - Выпадение карбоната кальция в зависимости от продолжительности магнитной обработки

Для лабораторных условий при продолжительности обработки водной среды постоянным магнитным полем в течение 120 секунд интенсивность солеобразования росла, а при увеличении продолжительности обработки свыше 120 секунд темпы роста резко снижались. В присутствии ионов железа в модели пластовой воды, прошедшей магнитную обработку, процесс солеобразования интенсифицируется (рис. 4). Причем концентрация ионов  $Fe^{3+}$  в исследованном диапазоне решающей роли не сыграла – были получены схожие результаты при концентрациях в модели пластовой воды ионов  $Fe^{3+}$  - 50, 100 и 500 мг/л.

Для определения воздействия напряженности магнитного поля на выпадение карбоната кальция была проведена серия экспериментов по обработке модели пластовой воды постоянным магнитным полем напряженность до 42 кА/м (рис.5).

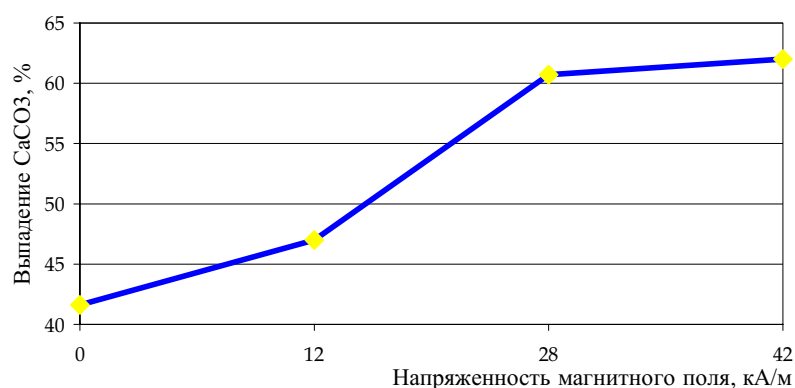


Рис. 5 - Выпадение карбоната кальция в зависимости от напряженности постоянного магнитного поля

Установлено, что с ростом напряженности магнитного поля до 28 кА/м наблюдается рост интенсивности выпадения карбоната кальция. Дальнейшее же увеличение напряженности вызывает лишь незначительный рост солеобразования.

Было также оценено влияние температуры термостатирования на интенсивность выпадения карбоната кальция. Время термостатирования составляло 30 минут. Обработка модели пластовой воды постоянным магнитным полем напряженностью 42кА/м проводилась перед термостатированием при температуре 20°С. Результаты экспериментов приведены на рис. 6.

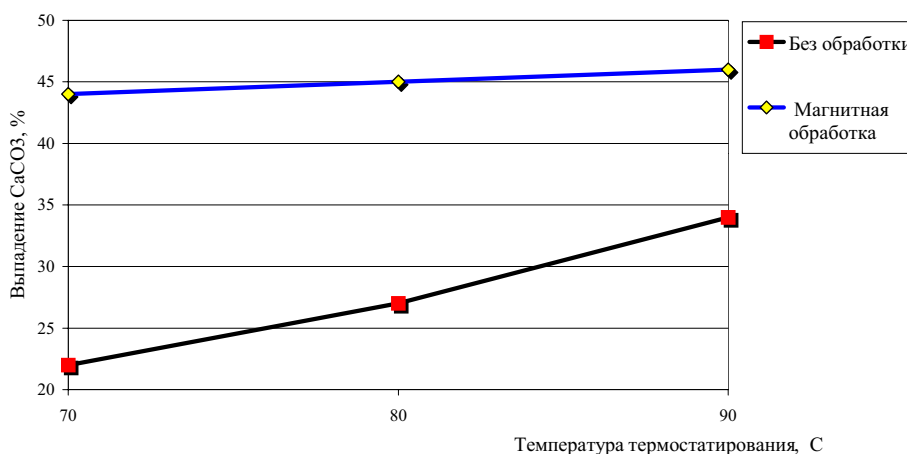


Рис. 6 - Выпадение карбоната кальция в зависимости от температуры термостатирования

Интенсивность солеобразования карбоната кальция в модели пластовой воды, прошедшей магнитную обработку практически одинакова в интервале температур термостатирования 70-90° С. В контрольной же пробе (без магнитной обработки) с ростом температуры выделение солей заметно увеличивается.

Также было исследовано воздействие магнитного поля на солеобразование карбоната кальция при обработке холодных и нагретых растворов модели

пластовой воды. При обработке магнитным полем изначально нагретых водных растворов наблюдается некоторое снижение интенсивности солеобразования относительно обработки первоначально холодных растворов. Однако даже при этом интенсивность солеобразования остается выше, чем в растворе не подвергнутом магнитной обработке.

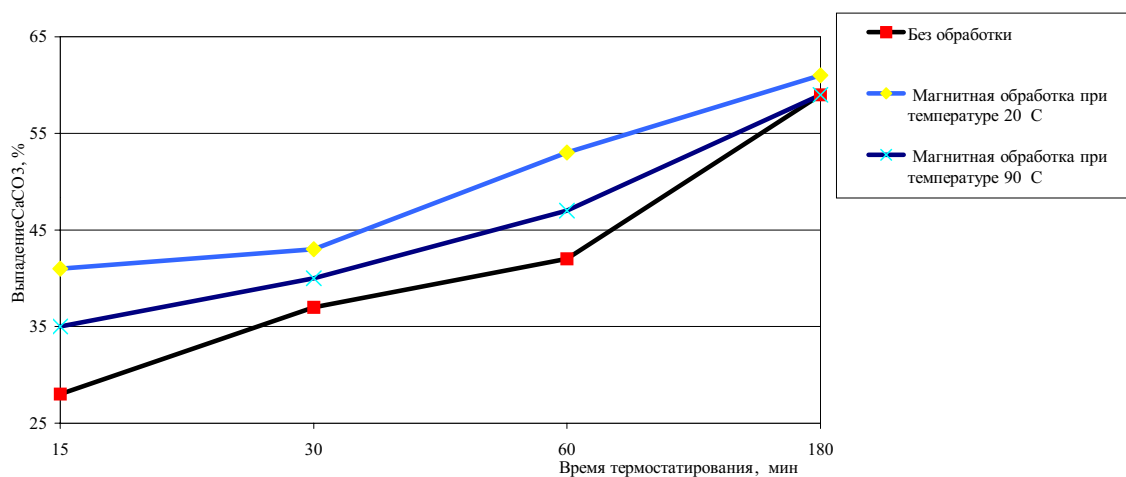


Рис. 7 - Выпадение карбоната кальция при термостатировании

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- под воздействием магнитного поля водная система выводится из относительно стабильного состояния, возрастает скорость образования карбонатных осадков и формируется множество мелких кристаллов. Провоцирование кристаллообразования приводит к тому, что в дальнейшем стабильность водной системы увеличивается;

- обрабатывать магнитным полем водную систему предпочтительно до начала процесса формирования кристаллов осадка. Так, применительно к оборудованию, работающему в скважинах склонных к солеотложению, то в них желательно устанавливать источник магнитного поля в нижней части колонны;

- максимальный эффект от магнитной обработки можно получить на водных системах при относительно невысоких пластовых температурах (до 70-80 °C) и повышенном содержании ионов кальция и гидрокарбоната (250-300 мг/л и выше);

- магнитная обработка должна вестись постоянным магнитным полем напряженностью не ниже 32кА/м;

На основе лабораторных исследований была спроектирована и изготовлена установка магнитной обработки жидкости, предназначенная для снижения солеотложения в скважинах оснащенных насосами ЭЦН-35-1600, ЭЦН-50-1550 с внутренним диаметром эксплуатационной колонны от 125 до 140 мм. и суточным

дебетом до 50 м<sup>3</sup>/сутки (рис.8). Установка монтируется на штатное место противоположного якоря (данное устройство зачастую не используется) и крепится к компенсатору ГД-51 посредством резьбы муфты диаметра 60мм по ГОСТ 633-80.

В настоящее время проводятся опытно-промысловые испытания установки магнитной обработки жидкости в ОАО «Юганскнефтегаз».



Рис. 8 - Установка магнитной обработки скважинной жидкости

## Список использованной литературы

1. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. – М: Недра, 2000, 653 с.
2. Патент №2144613 Устройство для обработки потока закачиваемой в нагнетательные скважины воды/ А.Х. Мирзаджанзаде, А.М. Мамед-Заде, Р.Г. Галеев, А.М. Шаммазов, М.М.Хасанов, Р.Н. Бахтизин, М.М. Тазиев // Б.И.-2000.-№2.
3. Инюшин Н.В.и др .Магнитная обработка промышленных жидкостей / Н .В. Инюшин, Л. Е .Каштанова, А .Б. Лаптев, Ф. К. Мугтабаров, Ф. Р .Хайдаров, Д. М. Халитов , В. В. Шайдаков.- Уфа: Государственное издательство научно-технической литературы «Реактив», -2000.-58с.: табл., ил.
4. Инюшин Н.В.и др. Аппараты для магнитной обработки жидкостей / Н.В. Инюшин, Е.И. Ишемгужин, Л.Е. Каштанова, А.Б. Лаптев, В.И. Максимочкин, Ф. Р .Хайдаров, В. В. Шайдаков.- М: ООО «Недра-Бизнесцентр», -2001.-144с.: табл., ил.
5. Хуршудов А.Г., Залялиев М.А., Плечев А.В. Никифоров С.Ю. Предотвращение отложений сульфата бария путем магнитной обработки жидкости// Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений, 1995.-№5.- С.56-58.
6. Тебенихин Е.Ф. Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках. - М: Энергоатомиздат, 1985, С. 21-25.
7. Шахов А.И., Аветисов А.С. Магнитная обработка воды на тепловых электростанциях. Киев: УкрНИИНТИ, 1969.-21 с.
8. Классен В.И. Омагничивание водных систем .-М.: Химия, 1978 –240 с
9. Крешков А.П. Основы аналитической химии т.2. – М: Химия, 1971, С 343-345.