



УДК 622.276.66.013

## ИНОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОДЫ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА



### INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR PREVENTION OF DESTRUCTION OF BREEDS OF BOTTOM ZONE

**Ахмед Фариз**

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник отдела  
по борьбе с водо- и пескопроявлениями,  
НИПИ «Нефтегаз» SOCAR  
farizahmed@mail.ru

**Гамидов Натик Нейман оглы**

ведущий научный сотрудник отдела  
базы данных и моделирования по совместно  
разрабатываемым месторождениям,  
НИПИ «Нефтегаз» SOCAR

**Байрамов Эльман Эйваз оглы**

старший инженер отдела добычи нефти и газа,  
SOCAR  
farizahmed@mail.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена обеспечению полноты использования добычных возможностей пескопроявляющих скважин на основе разработки эффективной технологии крепления призабойной зоны скважин. Значительного повышения эффективности можно добиться путём применения нетрадиционных способов воздействия на процесс. Восстановление структуры цементного камня при креплении призабойной зоны скважин с интенсивным пескопроявлением является одним из таких методов. Для совершенствования способа восстановления и крепления пород призабойной зоны в лабораторных условиях были проведены эксперименты. Выявлено, что путем добавки в тампонажный раствор частиц магнетита можно дополнительно повысить прочность цементного барьера создаваемого в призабойной зоне скважины и сделать его устойчивым к механическим и фильтрационным разрушениям.

**Ключевые слова:** призабойная зона; тампонажный раствор; частицы магнетита; прочность; проницаемость.

**Ahmed Fariz**

Candidate of Technical Sciences,  
Senior Research Fellow, Division  
To combat water and sand events,  
NIPI «Neftegaz» SOCAR  
farizahmed@mail.ru

**Gamidov Natik Neiman ogly**

Department Lead Researcher  
Databases and simulations  
on jointly developed fields,  
NIPI «Neftegaz» SOCAR

**Bayramov Elman Eivaz ogly**

Senior oil and gas Engineer,  
SOCAR  
farizahmed@mail.ru

**Annotation.** This article is devoted to ensuring the full use of production capabilities of sand-producing wells based on the development of an effective technology for fixing the bottom-hole zone of wells. Significant increase in efficiency can be achieved by applying non-traditional methods of influence on the process. Restoring the structure of cement stone when attaching the bottom-hole zone of wells with intense sand development is one of these methods. In order to improve the method of restoration and fastening of the rocks of the bottom-hole zone in the laboratory, experiments were conducted. It was revealed that by adding magnetite particles to the grouting mortar, it is possible to further increase the strength of the cement barrier created in the bottomhole zone of the well and make it resistant to mechanical and filtration damage.

**Keywords:** pothole zone; grouting mortar; magnetite particles; strength; permeability.

**Р**азработка нефтяного месторождения сопровождается высоким песко-водопроявлением добываемой продукции скважин. Для поддержания уровня добычи нефти необходимо увеличение дебитов скважин, которое неизбежно приводит к высоким скоростям фильтрации, способствующим срыву и выносу мехпримесей из слабоцементированных коллекторов призабойной зоны вследствие разрушения скелета коллектора на стенках каналов и трещин из-за образования микротрещин.

По мере истощения легко извлекаемых запасов нефти и усложнения условий ведения добычи появляются задачи, необходимость решения которых стимулирует создание и применение передовых технических разработок. Эти тенденции особенно остро ощущаются при освоении месторождений нефти и газа, находящихся на поздней стадии разработки. Причиной тому является ряд факторов, определяющих специфику зрелых промыслов: необходимость ускоренной выработки запасов, увеличение периода безводной эксплуатации скважин, сокращение общего количества скважин за счёт повышения их продуктивности, требования к компактности и высокой производительности оборудования, минимизация технологических операций на скважинах и оборудовании и т.д. Поэтому применение новых технических решений зачастую является решающим фактором, позволяющим сделать освоение месторождений, находящихся на поздней стадии разработки эффективным и экономически целесообразным.



Проведение мероприятий крепления призабойной зоны скважин без учета выше сказанного приводит к вложению дополнительных средств, что в итоге приводит к повышению себестоимости добываемой продукции.

При создавшейся ситуации крепление призабойной зоны скважин надо осуществлять с технико-экономических позиций, т.е. проведение мероприятий должно быть связано не со всеми известными прогрессивными методами, а лишь с теми, которые на сегодняшний день реально экономически осуществимы. Рассмотрение проблемы привело к изысканию нового метода крепления призабойной зоны скважин, который является наиболее эффективным и в то же время экономически оправданным.

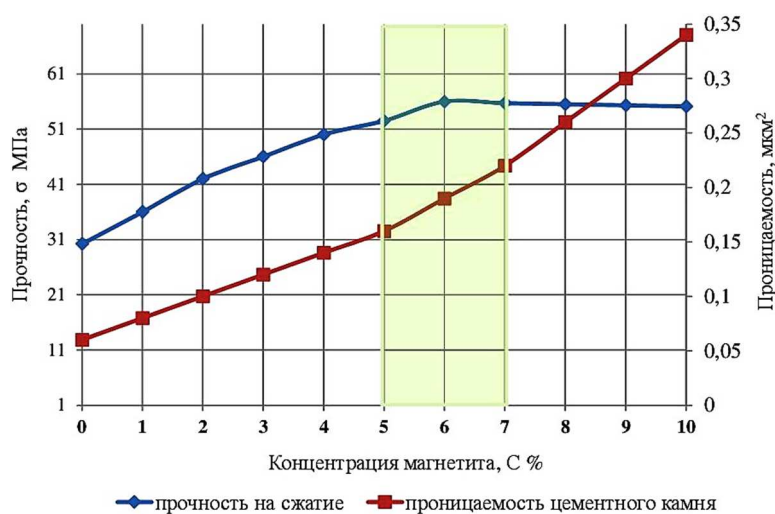
Эффективность крепления и качество воздействия на призабойную зону скважины измеряются прочностью на сжатие, изгиб и растяжение. Эту проблему можно решить путем широкого применения физических полей.

Были исследованы теоретические и практические основы технологических процессов физических полей. Но несмотря на это, практика использования физических полей в процессе крепления призабойной зоны скважин продолжает оставаться актуальной проблемой [1–3].

Как известно, в гетерогенных системах при воздействии на воду магнитным полем наблюдаются физико-химические эффекты. Последние экспериментальные исследования показали, что обработка водонефтяной смеси магнитным полем ускоряло процессы водоотдачи и на 25–40 % [4–7].

Установлено, что после воздействия магнитным полем происходят различные изменения свойств цементных растворов. Результаты работы показывают, что обработка цементного раствора посредством магнитного поля изменяет технологические свойства (плотность, растекаемость, время схватывания, водоотдача и т.д.) раствора.

Анализ крепления призабойной зоны скважин этим способом показал, что в большинстве случаев в скважинах наблюдалось уменьшение продуктивности, а эффективность крепления составляет 35–40 %. Период эффективной работы скважин в лучшем случае составляет 3–4 месяцев. Вышеуказанные недостатки можно решить путём использования магнитного поля и частиц магнетита. На рисунке 1 показано влияние концентрации магнетита на прочность и проницаемость цементного камня.



**Рисунок 1** – Влияние концентрации магнетита на прочность и проницаемость цементного камня

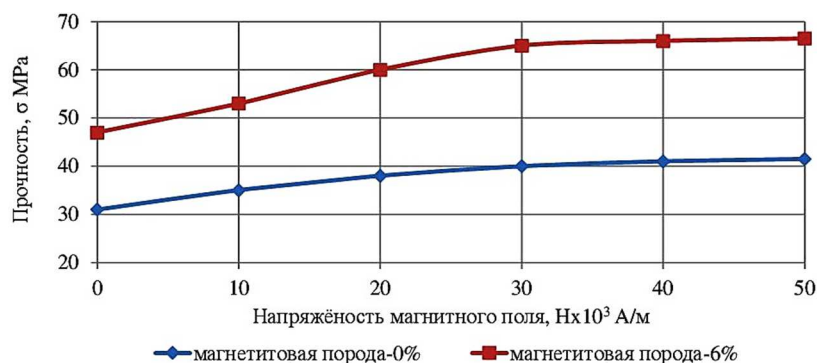
Как видно из графика на рисунке 1, максимальная прочность достигается при 5–7 %-й концентрации частиц магнетита, было решено дальнейшие эксперименты проводить при максимальном показателе прочности. Эти кривые описываются следующими полиномиальными уравнениями:

- прочность на сжатие  $\sigma = 0,005C^4 - 0,09C^3 + 0,096C^2 + 5,74C + 30,3$ ;
- проницаемость  $k = 0,0001C^3 - 0,0001C^2 + 0,02C + 0,06$ ;

здесь,  $\sigma$  – прочность цементного камня на сжатие, Мпа; C – концентрация магнетита, %.

Для изучения влияния магнитного поля на прочностные характеристики затвердевшего цементного раствора исследовались цементные растворы с добавками (6 % по весу) магнетитовых частиц.

Напряжённость магнитного поля, регулировалась в пределах 0–50000 А/м. Следует отметить, что вода для приготовления тампонажного раствора предварительно подвергалась магнитной обработке. Эксперименты проводились при температуре 20 °С и 75 °С, приемлемых для условий месторождений Азербайджана. Исследованием установлено изменение прочностных характеристик цементного камня от напряжённости магнитного поля. На основе полученных экспериментальных данных была построена зависимость прочности цементного камня от напряженности магнитного поля и магнетитовой породы (рис. 2).



**Рисунок 2** – Влияние напряжённости магнитного поля на прочность цементного камня

Видно, что существенное повышение прочности цементного камня (до 15–25 %) наблюдается при напряженности магнитного поля 30000 А/м. Дальнейшее повышение напряженности магнитного поля, хотя и обеспечивает высокие прочностные свойства, оказывается нецелесообразным. Эти кривые описываются следующими уравнениями:

- без отсутствия магнетитовой породы  $\sigma = 0,0002H^3 - 0,02H^2 + 0,834H + 28,1$ ;
- с наличием магнетитовой породы 6 %  $\sigma = -0,0001H^3 - 0,0002H^2 + 0,7H + 46,8$

здесь, – прочность цементного камня на сжатие, Мпа; Н – напряжённость магнитного поля, А/м.

Исследования указывают что добавлением определённого количества горной породы в тампонажный раствор и воздействия магнитным полем, возможно получение цементного камня высокой прочности и необходимой проницаемости.

**Выводы**

1. Разработана новая технология крепления с применением гранулированных магнетитовых частиц в тампонажном растворе, позволяющая создать прочный, долговечный и проницаемый барьер.
2. На основании экспериментальных исследований установлено, что наличие магнетитовых частиц в тампонажном растворе приводит к повышению прочности цементного камня. Максимальная прочность получается при 5–7 %-й концентрации магнетитовых частиц при напряженности магнитного поля 30000 А/м.

**Литература**

1. Шайдаков Е.В. Магнитная коагуляция механических примесей / Е.В. Шайдаков [и др.] // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 4. – С. 102–114.
2. Барышников А.А. Новый метод интенсификации притока нефти из пласта путем закачки магнитной жидкости / А.А. Барышников, А.В. Стрекалов // Нефть и газ 2012: Материалы 66-й международной молодежной конференции. – 2012. – С. 106–107.
3. Kugaevskaya S.A. Effect of mixing water magnetic activation cycle on cement stone structure / S.A. Kugaevskaya, Y.A. Abzaev, V.N. Safronov // Et al 2015 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 71 012013.
4. Nan Su, Chea-Fang Wu. Effect of magnetic field treated water on mortar and concrete containing fly ASH // Cement & Concrete Composite. – Vol. 25. – Iss. 7. – October 2003. – P. 681–688.

**References**

1. Shaidakov E.V. Magnetic coagulation of mechanical impurities / E.V. Shaidakov [et al.] // Electronic scientific journal «Oil and Gas Business». – 2011. – № 4. – P. 102–114.
2. Baryshnikov A.A. New method of intensifying oil inflow from the reservoir by pumping magnetic liquid / A.A. Baryshnikov, A.V. Strekalov // Oil and Gas 2012: proceedings of the 66th international youth conference. – 2012. – С. 106–107.
3. Kugaevskaya S.A. Effect of mixing water magnetic activation cycle on cement stone structure / S.A. Kugaevskaya, Y.A. Abzaev, V.N. Safronov // Et al 2015 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 71 012013.
4. Nan Su, Chea-Fang Wu. Effect of magnetic field treated water on mortar and concrete containing fly ASH // Cement & Concrete Composite. – Vol. 25. – Iss. 7. – October 2003. – P. 681–688.