



Восстановление производительности нефтяных скважин методом акустического и термоакустического высокочастотного воздействия

Добыча нефти из скважин на поздней стадии разработки месторождения сопряжена с необходимостью решения проблемы раскольматации призабойной зоны пласта (ПЗП). Снижение дебита эксплуатационных скважин или приемистости нагнетательных скважин во многом обусловлены уменьшением фильтрационных свойств в поровом пространстве пласта, в непосредственной близости от стенки скважины из-за выпадения парафина, солей или твердых частиц. Плотность такого кольматанта экспоненциально убывает по мере удаления от стенки скважины в пласт. Поэтому восстановление фильтрации именно в этой зоне может служить достаточным условием восстановления производительности скважин. Поддержание на стабильном уровне фильтрационных свойств зоны перфорации скважины может служить залогом полноценной выработки пласта и в конечном итоге, повышению нефтеотдачи пласта.

В последние годы отечественные и зарубежные исследователи уделяют значительное внимание акустическим методам повышения нефтеотдачи, как наиболее перспективным по своим техническим возможностям. Метод акустического воздействия (АВ) является наиболее экономичным и экологически чистым.

В основе метода (АВ) лежит ряд физических процессов действия интенсивного акустического поля на насыщенную пористую породу, которые вызывают в ней характерные нелинейные эффекты:

- Повышение скорости фильтрации жидкой фазы относительно пористой среды на 25-90%;
- Уменьшение сил поверхностного натяжения и разрушение двойного электрического слоя в капиллярах;
- Усиление радиального давления;
- Деструкция кольматирующих комплексов;
- Увеличение тепломассообмена и диффузионных процессов;
- Увеличение теплопроводности.

Сопутствующие процессы воздействия на флюид в пластовых условиях:

- деэмульгация и разгазирование нефти;
- снижение вязкости нефти;
- угнетение сульфатпроизводящих бактерий;
- активация гравитационной сегрегации устойчивых смесей.

Всё это гарантирует эффективность технологии метода АВ при решении задачи восстановления проницаемости.

Для прогнозирования результатов АВ необходимо учитывать, как минимум:

- пористость и проницаемость пород;
- состав и количество цементирующего материала;
- свойства нефти;
- однородность разреза;
- остаточные запасы;
- обводнённость;
- отличие призабойной и удалённой зон пласта;
- динамику работы скважины и изменения давлений;
- параметры акустического поля.

Только такой подход к выбору объектов для промысловых испытаний, учитывающий в комплексе определяющие факторы сложной системы "скважина-пласт-флюид-порода", может служить условием успешности обработки скважин.

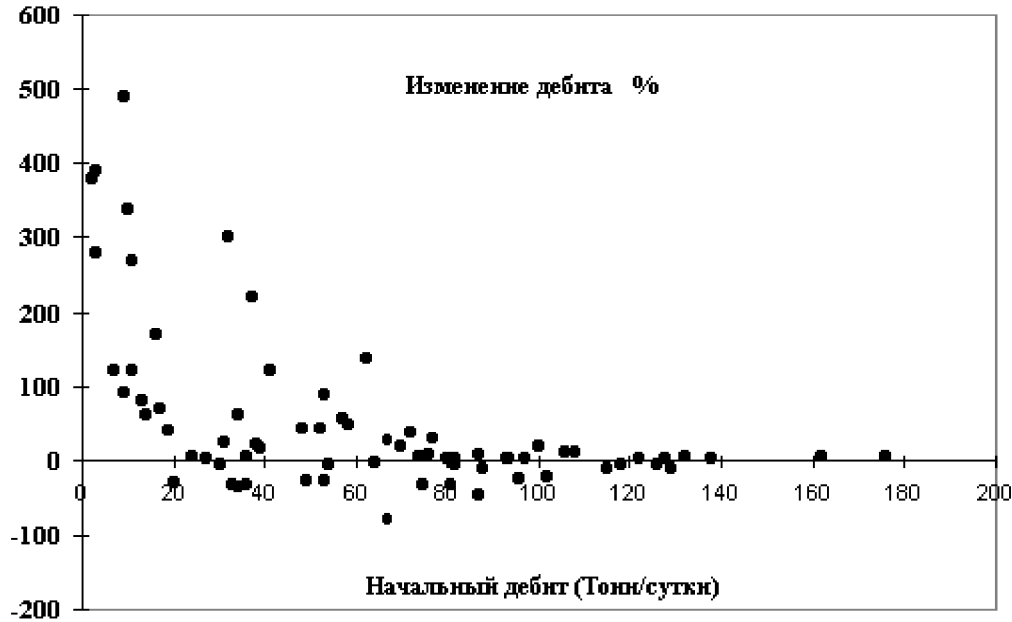
Результаты сравнительного анализа метода акустического воздействия с другими методами восстановления производительности скважин показаны на примере месторождения в Западной Сибири по 415 скважинам.

Таблица 1

Методы обработки	Соляно-кислотная	Поверхностно-активными веществами	Термо-газохимическая	Глино-кислотная	Акустическое воздействие	Комбинация разных методов
Показатели						
1. Число скважин подвергнутых обработке данным методом.	170	45	40	10	70	80

2. Число успешных скважин - в % от общего числа обработанных	40	44	37	80	57	62
3. Средний прирост суточного дебита (т/с), по всем успешным скважинам.	7,5	2,5	19	4	20	13
4. Продолжительность действия эффекта (сутки), до возвращения дебита к исходному.	115	45	80	130	135	90

Статистический анализ эффективности метода акустического воздействия на группе скважин (73) того же месторождения:
График 1



Для экономического анализа метода АВ, все скважины были разделены на группы, по начальному дебиту измеренному накануне акустического воздействия:

- А - с начальным дебитом, от 0 до 20 тонн в сутки
- В - с начальным дебитом от 20 до 60 тонн в сутки
- С - с начальным дебитом более 60 тонн в сутки.

Таблица 2

Группы скважин по начальному дебиту до АВ. (общее число 73) Тонн/Сутки	А (26%) до 20	В (31%) от 20 до 60	С (43%) более 60
Успешность АВ - % скважин с положительным результатом	94%	65%	51%
Средний дебит скважин до АВ	9.1	39.3	103
Среднее изменение дебита после АВ, включая все скважины в группе	А +209%	В +41%	С -0.7%
Прирост дебита только по успешным скважинам	+226%	В+ +80%	+22%
Продолжительность эффекта в % относительно года	45%	33,3%	21%

Разница в приросте дебита по успешным и всем скважинам в группе А незначительна, (226 и 209)%, что показывает эффективность метода особенно для низкодебитных скважин. Для скважин группы В и В+ эта разница значительна (80 и 41)%, что также подтверждает его эффективность, но требует более качественной подготовки информации о скважине по геологическим данным и ее техническом состоянии перед проведением акустического воздействия. Кроме этого, требуется оперативная обработка геофизической информации перед АВ и непосредственно в процессе воздействия.

Приведенные статистические данные являются типичными для других месторождений, на которых применялся метод акустического воздействия с использованием аппаратуры серии ААВ.

На предприятии "Южполиметалл" проведены работы по очистке фильтров эксплуатационных скважин подземного выщелачивания (ПВ) методом акустического воздействия.

Результаты применения АВ подтвердили несомненную успешность метода для целей раскольматации фильтров скважин ПВ на основе

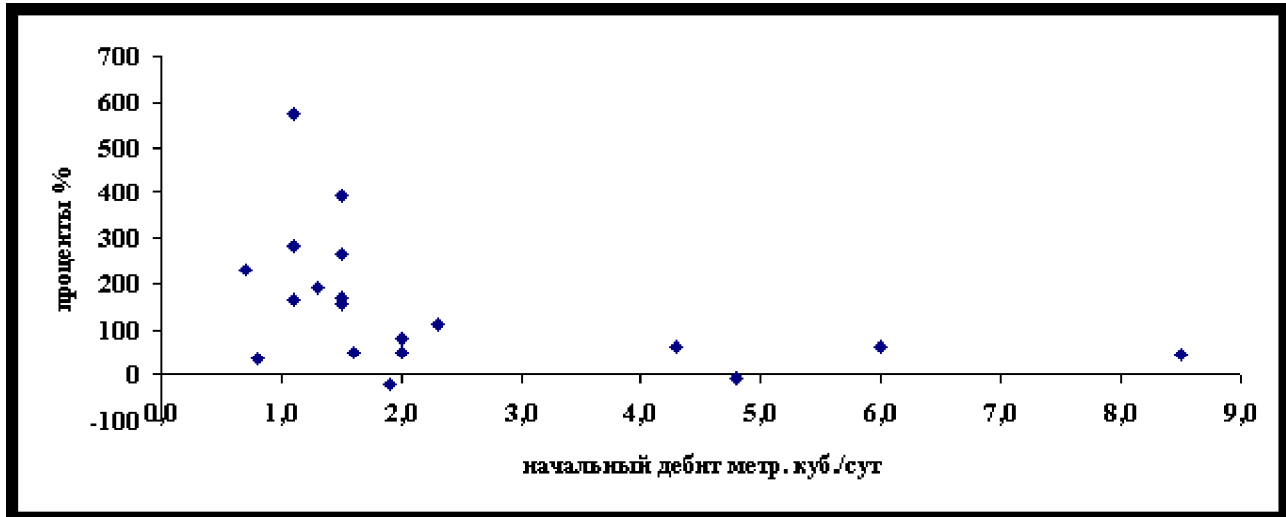
использования его ряда преимуществ:

- в условиях сложного литологического строения продуктивного горизонта и высокой степени кольтатации, метод АВ восстанавливает работоспособность фильтров по всей длине;
- не разрушает конструкцию фильтра, не нарушает целостность обсадной колонны;
- имеет хорошие экономические показатели - небольшая стоимость оборудования, простота обслуживания, надежность аппаратуры; непродолжительное время обработки, а также продолжительная работа восстановленных скважин.

Статистические данные эффективности метода получены на основе анализа данных добычи по 54 эксплуатационным скважинам подземного выщелачивания.

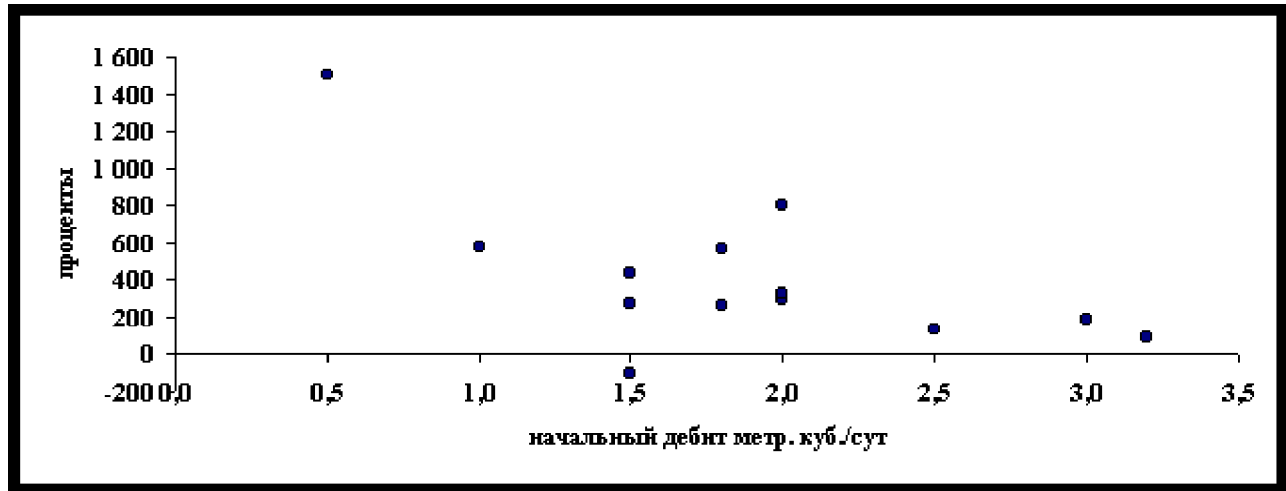
Изменение дебита откачных скважин после АВ.

График 2



Изменение приемистости закачных скважин после АВ

График 3



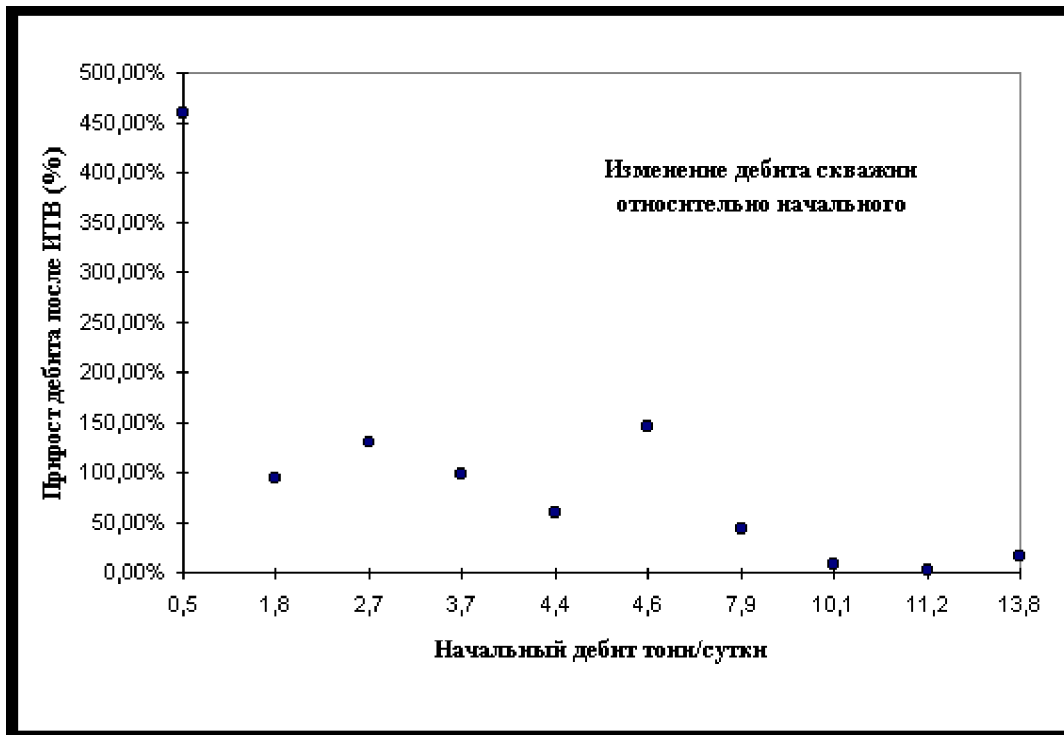
Для добычи высоковязкой нефти с высоким содержанием парафина, как дополнение к акустическому воздействию нами был разработан аппаратно-методический комплекс высокочастотного индукционного нагрева (ИТВ) обсадной колонны в зоне перфорации скважины .

Непосредственный нагрев металла токами высокой частоты, исключает необходимость прогрева промежуточного слоя жидкости в скважине и неизбежного оттока тепла от прибора по стволу скважины.

Кроме того, поскольку источником тепла является наружная поверхность обсадной колонны в зоне расположения прибора, предоставляется возможность селективного прогрева продуктивного пласта и контроля выноса кольтатанта.

В течении года на нескольких месторождениях Башкирии было обработано 26 скважин, в том числе добывающих -17, нагнетательных 9. Результаты изменения производительности работы скважин приведены на графиках. Средняя продолжительность работы скважин с повышенным дебитом составляет 170 суток.

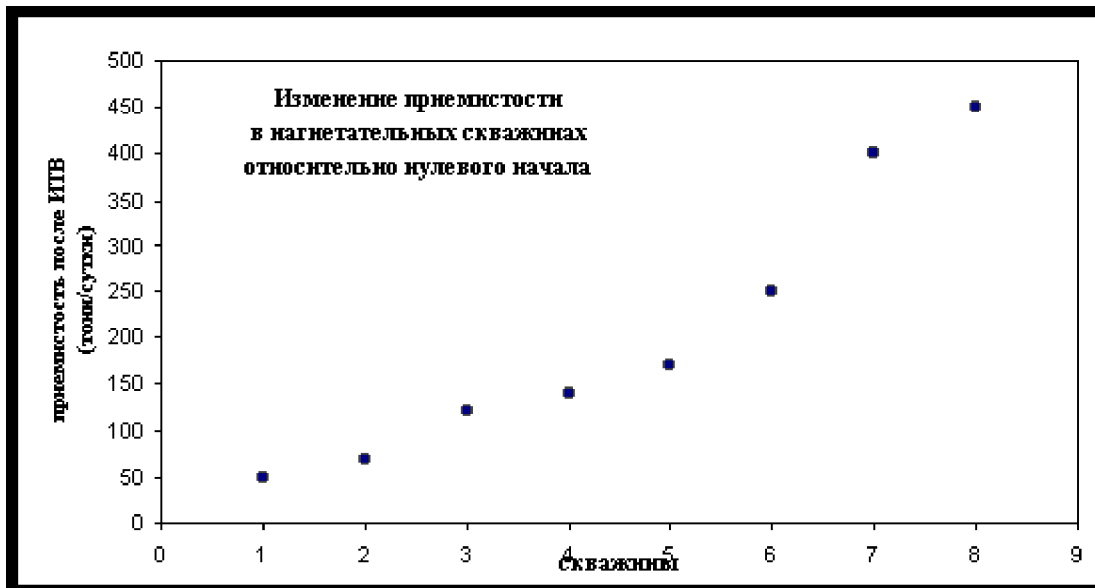
График 4



Индукционное тепловое воздействие в добывающих скважинах

График 5

Индукционное тепловое воздействия в нагнетательных скважинах.



Анализ доходов и расходов применения методов основан на исследовании коммерческих условий лицензионной сделки, с учетом расходов на производство оборудования, эксплуатационных расходов и справедливой цены лицензии. Расчеты выполнены по методике "Ценообразующие факторы в лицензионной торговле", Министерство науки и технической политики, Выпуск 3, М.1995.

Публикации:

Кузнецов О.Л. Ефимова С.А. Применение ультразвука в нефтяной промышленности. -М.: Недра, 1983г

Митрофанов В.П. Дзюбенко А.И. Нечаева Н.Ю. Дрягин В.В. Результаты промысловых испытаний акустического воздействия на призабойную зону пласта. - Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. №10 1998г. с.36-42.

Продукция ЗАО "Интенсоник & К" - Научно-технический вестник "Каротажник" № 45 1998г. с. 83-88.

Печков А.А., Кузнецов О.Л., Дрягин В.В. Устройство для акустического воздействия на призабойную зону продуктивных пластов. Патент РФ №1708025 от 14.02.1990г.

Andrey A. Pechkov, Oleg L. Kouznetsov, Veniamin V. Drjaguin Acoustic flow stimulation method and apparatus US Patent # 5,184,678 Feb.9, 1993.

Продукция ЗАО "Интенсоник & К" - Научно-технический вестник "Каротажник" № 55 1999г. с. 113-114.

Мерсон М., Митрофанов В., Сафин Д. Возможности ультразвука в нефтедобыче. - НЕФТЬ РОССИИ № 1 1999г. с.66-67