



# Электромагнитная установка для безреагентного предотвращения парафиноотложений в нефтепроводах

**Алматы** (7273)495-231  
**Ангарск** (3955)60-70-56  
**Архангельск** (8182)63-90-72  
**Астрахань** (8512)99-46-04  
**Барнаул** (3852)73-04-60  
**Белгород** (4722)40-23-64  
**Благовещенск** (4162)22-76-07  
**Брянск** (4832)59-03-52  
**Владивосток** (423)249-28-31  
**Владикавказ** (8672)28-90-48  
**Владимир** (4922)49-43-18  
**Волгоград** (844)278-03-48  
**Вологда** (8172)26-41-59  
**Воронеж** (473)204-51-73  
**Екатеринбург** (343)384-55-89

Россия +7(495)268-04-70

**Иваново** (4932)77-34-06  
**Ижевск** (3412)26-03-58  
**Иркутск** (395)279-98-46  
**Казань** (843)206-01-48  
**Калининград** (4012)72-03-81  
**Калуга** (4842)92-23-67  
**Кемерово** (3842)65-04-62  
**Киров** (8332)68-02-04  
**Коломна** (4966)23-41-49  
**Кострома** (4942)77-07-48  
**Краснодар** (861)203-40-90  
**Красноярск** (391)204-63-61  
**Курск** (4712)77-13-04  
**Курган** (3522)50-90-47  
**Липецк** (4742)52-20-81

**Магнитогорск** (3519)55-03-13  
**Москва** (495)268-04-70  
**Мурманск** (8152)59-64-93  
**Набережные Челны** (8552)20-53-41  
**Нижний Новгород** (831)429-08-12  
**Новокузнецк** (3843)20-46-81  
**Ноябрьск** (3496)41-32-12  
**Новосибирск** (383)227-86-73  
**Омск** (3812)21-46-40  
**Орел** (4862)44-53-42  
**Оренбург** (3532)37-68-04  
**Пенза** (8412)22-31-16  
**Петрозаводск** (8142)55-98-37  
**Псков** (8112)59-10-37  
**Курган** (3522)50-90-47  
**Пермь** (342)205-81-47

Казахстан +7(7172)727-132

**Ростов-на-Дону** (863)308-18-15  
**Рязань** (4912)46-61-64  
**Самара** (846)206-03-16  
**Санкт-Петербург** (812)309-46-40  
**Саратов** (845)249-38-78  
**Севастополь** (8692)22-31-93  
**Саранск** (8342)22-96-24  
**Симферополь** (3652)67-13-56  
**Смоленск** (4812)29-41-54  
**Сочи** (862)225-72-31  
**Ставрополь** (8652)20-65-13  
**Сургут** (3462)77-98-35  
**Сыктывкар** (8212)25-95-17  
**Тамбов** (4752)50-40-97  
**Тверь** (4822)63-31-35

Киргизия +996(312)96-26-47

**Тольятти** (8482)63-91-07  
**Томск** (3822)98-41-53  
**Тула** (4872)33-79-87  
**Тюмень** (3452)66-21-18  
**Ульяновск** (8422)24-23-59  
**Улан-Удэ** (3012)59-97-51  
**Уфа** (347)229-48-12  
**Хабаровск** (4212)92-98-04  
**Чебоксары** (8352)28-53-07  
**Челябинск** (351)202-03-61  
**Череповец** (8202)49-02-64  
**Чита** (3022)38-34-83  
**Якутск** (4112)23-90-97  
**Ярославль** (4852)69-52-93

<https://pulsaroil.nt-rt.ru/> || [pou@nt-rt.ru](mailto:pou@nt-rt.ru)

## РЕЗЮМЕ

В процессе транспортировки нефти по трубопроводам от скважин, от кустов скважин от объектов подготовки нефти, воды и газа возникают парафиноотложения приводящие к ограничениям объемов перекачки.

Данные проблемы вынуждают Нефтяные Компании либо строить новые трубопроводы большего диаметра, либо нести существенные затраты на реагенты для предотвращения осложнений или на нагрев транспортируемой жидкости. Все это приводит к значительному увеличению капитальных и эксплуатационных затрат.



## ПРОБЛЕМА

Ограничение пропускной способности трубопроводов происходит по причинам:

- уменьшение проходного сечения трубопровода вследствие отложения АСПО и парафина на внутренних стенках трубы,
- вследствие повышенной вязкости перекачиваемого продукта.

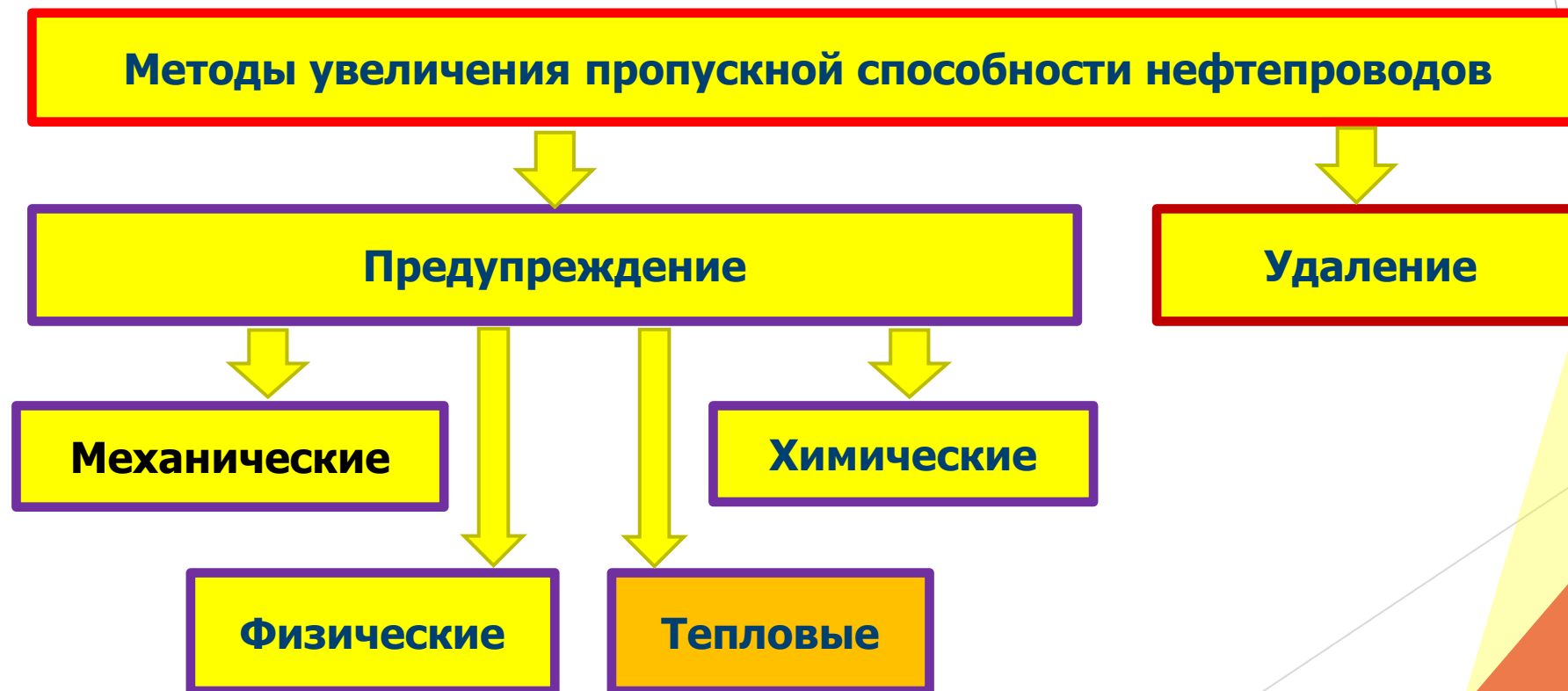
Все это приводит к негативным последствиям:

- увеличению энергопотребления перекачивающего оборудования,
- ограничениям в объемах добычи нефти и газа.

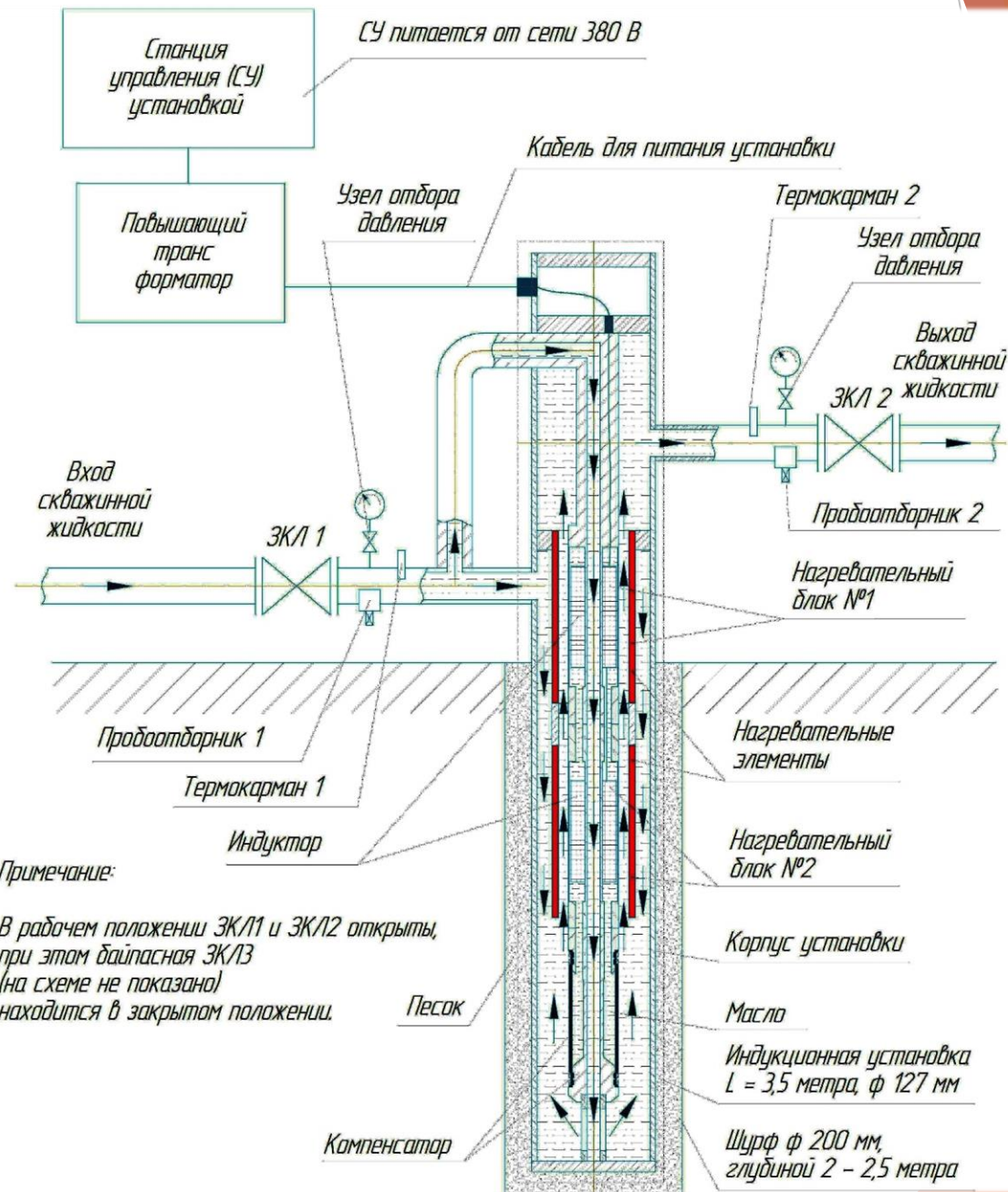


## РЕШЕНИЕ

Предлагается проточная электромагнитная установка которая производит воздействие на нефть в нефтепроводе посредством переменного электромагнитного поля - это приводит к изменению свойств нефти, приводит к снижению вязкости жидкости и понижению температуры образования парафина.



# РЕШЕНИЕ



## РЕШЕНИЕ

Установка устанавливается на байпасную линию нефтепровода которая оборудуется элементами согласно схеме, жидкость из нефтепровода пропускается через установку и далее проходит в нефтепровод.

№	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
1	Эквивалент проходного сечения в виде внутр. диаметра	мм	100
2	Мощность в зависимости от объема перекачки	кВт	9 - 20
3	Напряжение питания установки (перед установкой)	В	470 - 1910
4	Температура нагрева нефти - разница на входе и на выходе		
4.1	- при объеме перекачки - до 50 куб. м./сутки	град	10 - 20
4.2	- при объеме перекачки – от 50 до 400 куб. м./сутки	град	1,0 - 2,5
4.3	- при объеме перекачки – от 400 до 800 куб. м./сутки	град	0,5 - 1,5
5	Габаритные размеры		
5.1	Наружный диаметр рабочей части установки	мм	159
5.2	Длина установки	м	4,0 – 6,0
6	Величина снижения вязкости для обезвоженной нефти	%	20 - 50
7	Прочие условия эксплуатации	Не применяется при периодической эксплуатации скважин	

## СУТЬ ИННОВАЦИИ

В установке переменное электромагнитное поле воздействует на нефть, вследствие чего ее свойства безвозвратно изменяются (Приложение 1) снижаются: температура выделения парафина из нефти, динамика отложений парафина на поверхности ГНО, вязкость нефти, как дополнительный эффект нефть локально нагревается. Данные эффекты позволяют транспортировать нефть по нефтепроводу без выделения в ней парафина в твердой фазе.

Обоснование изменения свойств нефти смеси вследствие воздействия на нее переменным электромагнитным полем приводится в Приложении 2.

Наше решение позволяет эффективно предупреждать отложения внутри нефтепровода и увеличивать его пропускную способность, а следовательно значительно снижать эксплуатационные затраты.

Наработка на отказ представленной установки не менее 730 суток.

В приложении 2 приведены обоснования изменения свойств нефтегазожидкостной смеси вследствие воздействия на нее ПЭМП из литературных источников.

## АНАЛОГИ И КОНКУРЕНТЫ

На рынке существует достаточное множество решений в данной области:

1. Реагентные способы - дозирование ингибиторов парафиноотложений, периодическая очистка трубопроводов растворителями, недостатки – высокие эксплуатационные затраты – высокая стоимость реагентов, необходимость остановки перекачки нефти, высокие энергетические затраты на перекачку.

2. Безреагентные способы:

- нагрев жидкости ТЭНовыми нагревательными установками, недостатки: осаждение на поверхности нагрева тяжелых углеводородов, низкий КПД нагрева, высокое потребление электроэнергии, низкий срок службы нагревательных элементов,

- нагрев жидкости путевыми подогревателями (ПП), работающие на попутно – добываемом газе недостатки: дороговизна установок и инфраструктуры, необходимость наличия попутно-добываемого газа в требуемом количестве.

Наше решение не имеет вышеуказанных недостатков и эффективно предупреждает парафиноотложения.



## ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовано влияния переменного электромагнитного поля (ПЭМП) электромагнитной установки на свойства нефти: температура выделения парафина из нефти, вязкость, количество отлагаемых парафиноотложений - ПЭМП положительно влияет на свойства нефти в части парафиноотложений.

№№	Месторожд.	Параметры воздействия	До/после возд., разница	Т нас. нефти парафином, °С	Кин. вязкость, кв. мм/сек
1	Приобское	объем пробы 1,0 л, время возд. 1 сек.	до	14,2	48,140
			после	12,0	16,975
			<b>разница</b>	<b>↓ на 15,5%</b>	<b>↓ в 2,8 раза</b>
2	Восточно-Мессояхское	объем пробы 1,0 л, время возд. 1 сек.	до	-	316,64
			после	-	267,58
			<b>разница</b>	-	<b>↓ на 15,5 %</b>
3	Арчинская	объем пробы 1,0 л, время возд. 1 сек.	до	-	173,5
			после	-	76,0
			<b>разница</b>	-	<b>↓ в 2,3 раза</b>
4	Тайлаковское	объем пробы 1,0 л, время возд. 1 сек.	до	-	12716,0
			после	-	6472,0
			<b>разница</b>	-	<b>↓ в 2,0 раза</b>
5	Ромашкинское	объем пробы 0,7 л, время возд. 2 сек.	до	16,0	-
			после	14,0	-
			<b>разница</b>	<b>↓ на 12,5%</b>	-



## **СТОИМОСТЬ, СРОКИ ПОСТАВКИ**

В состав установки при поставке входят сама электромагнитная установка, повышающий трансформатор, станция управления с ЧРП (в состав поставки не входят кабель, площадка обслуживания электрооборудования, и материалы для наземного обустройства).

Стоимость установки декларируется по запросу и зависит от мощности, условий эксплуатации, результатов инжиниринга.

Перед заключением договора проводится инжиниринг (расчеты) по подбору установки для конкретной выкидной линии (трубопровода).

Срок поставки 4 - 5 месяцев с момента подписания договора.

## ПРОВЕДЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ

На скважине ПАО «Татнефть» в настоящее время завершён ОНР с оплатой по результатам ОНР - дата пуска 21.03.2020 года, установка отработала на 2-х скважинах, результаты ОНР положительные – выполнены все критерии успешности (Приложение 1). В настоящий момент установка продолжает работу.

При наличии установки на скважине выкидная линия не останавливалась по причине парафиноотложений – установка предотвращает парафиноотложения.



**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**  
**Итоговый отчет ОПР по испытанию электромагнитной**  
**установки на скважинах 5698, 1525а**  
**НГДУ «Альметьевнефть», НГДУ «Джалильнефть» ПАО «Татнефть»**

Публичное акционерное общество "Татнефть" имени В.Д. Шашина  
(ПАО "Татнефть" имени В.Д. Шашина)

#### УТВЕРЖДАЮ

Куратор технологического развития –  
начальник управления добычи нефти  
и газа департамента добычи нефти  
и газа «Татнефть-Добыча»

\_\_\_\_\_ Ахмадиев Р. Н.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 год

#### ИТОГОВЫЙ ОТЧЕТ

по ОПР-3256 «Испытание установки индукционного нагрева  
ООО «ДИПЛАЙН» для увеличения пропускной способности нефтепровода»

В процессе транспортировки нефти по трубопроводам от кустов скважин, объектов подготовки нефти, воды и газа возникают осложнения, связанные с отложениями асфальтосмолопарафиновых веществ (АСПВ), которые приводят к сужению проходного сечения трубопроводов, снижению объемов перекачки жидкости и простоям объектов. Данные проблемы вынуждают компанию либо проводить промывки растворителем парафинов (РПН) и пропаривать закупорки нефтепровода, либо дозировать реагенты для предотвращения отложений АСПВ. Все это приводит к значительному увеличению эксплуатационных затрат.

Для решения данной проблемы ООО «ДИПЛАЙН» (г. Уфа) предложена установка по индукционному нагреву в трубопроводе транспортируемой жидкости.

#### Технические характеристики оборудования:

№	Наименование параметра	Ед. изм	Значение
1	Максимальная потребляемая мощность	кВт	10,6
2	Максимальное рабочее напряжение	В	954
3	Максимальная рабочая сила тока	А	20
4	Максимальная температура нагрева нефти при расходе 100 куб.м/сут.	град	10
5	Минимальное внутреннее проходное сечение	кв.см	19,6
6	Наружный диаметр корпуса	мм	127
7	Габариты:		
7.1	Высота	мм	3 800
7.2	Длина от фланца до фланца запорной арматуры	мм	1 250
8	Глубина шурфа	м	2,5 – 3,0 м
9	Диаметр шурфа	мм	250 - 300
10	Глубина погружения в шурф	мм	2280

I. На первом этапе испытания проходили на скв. 5698 ЦДНГ-3 НГДУ «Альметьевнефть» (Приложение 1). Монтаж и начало проведения промышленных испытаний установки индукционного нагрева нефти в нефтепроводе осуществлены 21.03.2020 года (общая протяженность нефтепровода составила 2014 м: диаметр 89\*4,5 мм – 514 м, 114\*4 мм – 1500 м). В период проведения ОПР неоднократно фиксировался рост давления в трубопроводе и на самой ГЗУ вследствие повышения давления в сборном трубопроводе.

До внедрения индукционной установки (2019 год) проводились 6 обработок нефтяным растворителем парафинов (РПН), 7 тепловых обработок ППУ за год всей выкидной линии длиной 2014 метров. После внедрения установки (2020-2021 гг.) обработка термическими и химическими методами первого участка выкидной линии от устья скв. 5698 диаметром 89\*4,5 мм протяженностью 484 метра – не проводилась. Проведены обработки только второго участка трубопровода диаметром 114\*4 и 89\*4,5 мм протяженностью 1530 метров с подключением спецтехники ниже по ходу движения жидкости: 3 обработки нефтяным растворителем, 3 тепловых обработки ППУ.

Невозможность оценить степень влияния индукционного нагревателя на рост давления в сборном нефтепроводе не позволили однозначно констатировать успешность ОПР. После отключения установки 01.11.2021 значительных изменений в динамике устьевого давления на скв. 5698 и на ГЗУ-19а не отмечено.

Учитывая вышеизложенное, для получения однозначного результата было согласовано с Исполнителем принятое решение о продолжении испытания в течение 90 суток (в зимне-весенний и летний период) на новом объекте (с минимальной зависимостью от внешних факторов), а также обработка процесса синхронизации автоматических настроек остановки/пуска установки индукционного нагрева с режимом работы ГНО или наземного привода.

II. По техническим характеристикам установки (суточная пропускная способность) был выбран новый объект скв. 1525а – ГЗУ-54в (ЦДНГ-1) НГДУ «Джалильнефть», осложненный отложениями АСПВ. Разработана программа и методика испытаний с внесением новых критериев успешности ОПР (Приложение 2):

a. Перепад давления между скважиной и ГЗУ не выше максимально рабочего 1,7 МПа – значение определялось согласно статистическим данным в течение последних трех лет до начала эксплуатации установки.

b. Отсутствие обработок выкидной линии от парафина (очистка) в период проведения ОПР.

c. Бездотказная работа установки с момента вывода на режим до окончания ОПР – 90 суток.

d. Достижение положительного технико-экономического эффекта – при расчете эффекта использовались фактические ежегодные понесенные затраты на восстановление пропускной способности трубопровода от скважины за последние 2 года.

#### Характеристики нового нефтепровода.

Общая протяженность 1220 м: от скв.1525 до скв.19206 (переведена в ППД) длина участка – 450 м (ТС, 114 х 4,5 мм); от скв.19206 до ГЗУ-54В – 770 м (ТС, 114 х 4,5 мм). Дебит жидкости 40 м<sup>3</sup>/сут, дебит нефти 5,16 т/сут, рабочее давление в теплое время года – 15 атм, в холодное - 24 атм, рост давления до 35-40 атм, температура перекачиваемой

среды 15 °С; давление в сборном нефтепроводе – 6,3 атм. (от ГЗУ до ТП без врезок доп. трубопроводов).

III. Монтаж на площадке скв. 1525а и обвязка установки индукционного нагрева нефти в нефтепроводе осуществлен 23.03-24.03.2022 года.

Перед пуском установки выполнены подготовительные работы по очистке трубопровода от АСПО (промывка РПН с реагированием 28.03.2022). Давление в нефтепроводе до промывки – 17 атм., после – 10,5 атм.

Предварительно 29.03.2022 до начала ОПР проведен контрольный замер потребления электроэнергии на скв. 1525а и на установке «Диплайн» (запрос СЭД №312/Проект(290) от 28.03.2022) (Приложение 3). ПНР установки проведены с 29.03.2022 по 31.03.2022 с выводом установки в режим (Приложение 4).

За период испытаний было зафиксировано:

1. До внедрения индукционной установки за 2021 год проведено 12 обработок нефтяным растворителем парафинов (РПН), 7 тепловых обработок ППУ всей выкидной линии длиной 2014 метров. За 2020 год проведено 10 промывок. При эксплуатации скважины проводилась скребковая очистка ГНО и ежесуточная подача с УДС 0,63/6,3 в межтрубное пространство деэмульгатора ХИМТЕХНО-118А2 на объекте 2,75 кг/сут. (3,05 л, плотность 0,9 г/см<sup>3</sup>).

2. После внедрения в 2022 году установки за 90 суток эксплуатации обработки термическими и химическими методами не проводились. После проведения ПРС по замене неисправного УЭЦН с 20.05.2022 отключена скребковая очистка ГНО и ежесуточная подача в межтрубное пространство с насоса-дозатора деэмульгатора ХИМТЕХНО-118А2, подача реагента осуществляется путем заливания реагента оператором в межтрубное пространство один раз в неделю в объеме 2 кг (2,2 л, плотность 0,9 г/см<sup>3</sup>). Изменение в количестве и периодичности подачи реагента связано с увеличением глубины спуска УЭЦН при ПРС (с 1600 до 1650 м) и изменением технологического режима эксплуатации, влияющим на образование ВНЭ.

3. В рамках испытаний на первом этапе увеличение потребления электрической энергии установкой составило с 144 кВт\*час/сут. (при ПНР 21.03.2020) до 254,5 кВт\*час/сут. (23.04.2021 энергоаудит) диапазон температур вход/выход установки Δ Т = 4°С.

В рамках испытаний на втором этапе увеличение потребления электрической энергии установкой составило с 219,9 кВт\*час/сут. (при ПНР 29.03-31.03.2022) до 255,21 кВт\*час/сут. (16.08.2022 энергоаудит) диапазон температур вход/выход установки Δ Т = 4°С.

4. Отсутствие отказов, принятых по договору за более чем 90 суток эксплуатации (мелкий ремонт с заменой реле измерителя-регулятора температуры установки специалистами ООО «Диплайн» 31.05.2021 в рамках техобслуживания).

5. В процессе проведения ОПР произошёл выход из строя УЭЦН, в период с 15.04.2022 по 19.05.2022 скважина находилась в ожидании и проведении ПРС (замена УЭЦН).



Рис.1 УЭЦН и СК (скребковая очистка ГНО, подача деэмульгатора в межтрубное пространство);



Рис.2 Установка «Диплайн» и станция управления



Рис. 3 Температура жидкости и давление на приеме установки «Диплайн» 29.03.22, показания реле измерителя-регулятора температуры масла в установке.



Рис. 4 Температура жидкости и давление на выходе установки «Диплайн» 29.03.22.



Рис. 5 Температура жидкости и давление до и после установки «Диплайн», показания реле измерителя-регулятора температуры масла в установке 31.03.22.

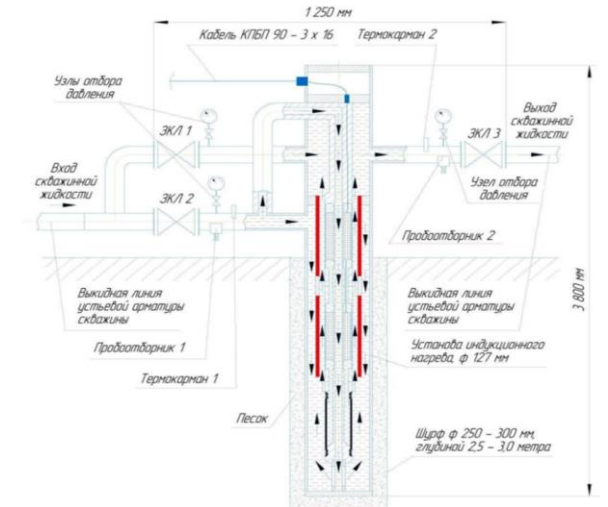


Рис.6 Схема установки



Наименование участка	Участок	Протяженность, м	Тип трубы	Типоразмер, мм	Дата ввода в эксплуатацию
Скв. 1525а – ГЗУ-54В	0 - 450	450	ТС	114x4,5	01.12.2000
	450 - 1220	770	ТС	114x4,5	01.12.1982

Проведенные разработчиком технологии лабораторные исследования в ООО «Уфимское НТЦ» проб (31.05.21 и 05.08.21) со скв. 5698 по изменению реологических свойств жидкости до/после воздействия индукционного нагревателя (Табл. 3 и 4) не показали значительных изменений динамической вязкости и массовой доли воды в пробах (Приложение 6). Количество образующихся АСПО по методу «холодного стержня» в пробе от 31.05.21 показало снижение отложений на 23% и в пробе от 05.08.21 на 13% после воздействия установки.

Проведенные институтом «ТатНИПнефть» лабораторные исследования проб (07.09.2022) со скв. 1525а по изменению реологических свойств жидкости до/после воздействия индукционного нагревателя (Табл. 5 и 6) не показали значительных изменений динамической вязкости и массовой доли воды в пробах. Подтверждено снижение интенсивности образующихся АСПО по методу «холодного стержня» в пробе показало снижение отложений на 27,7% и на 64,5% после воздействия установки (Приложение 7).

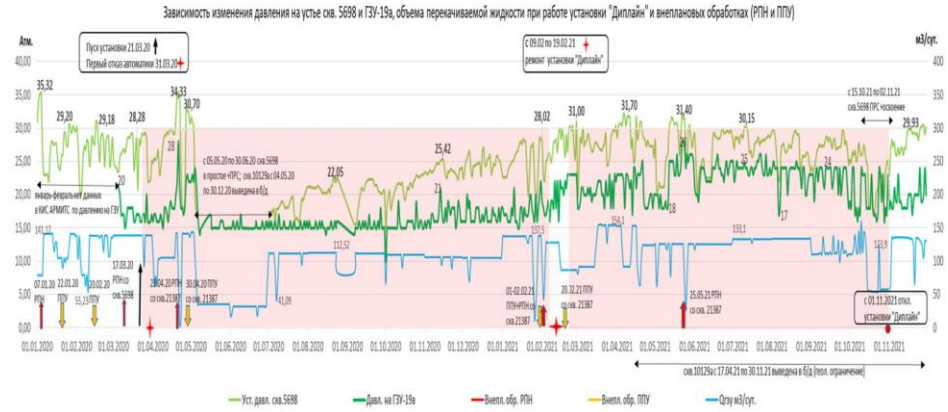


Рис.1 На первом этапе испытания проходили на скв. 5698 ЦДНГ-3 НГДУ «Альметьевнефть»

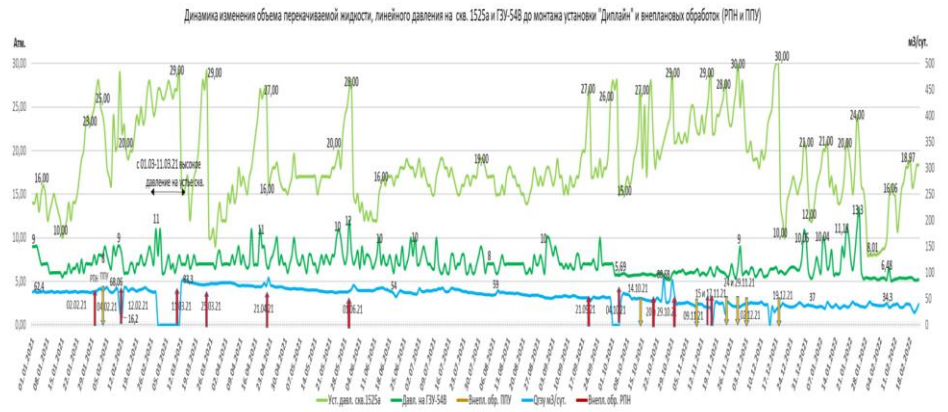


Рис.2 Параметры эксплуатации на скв. 1525а ЦДНГ-1 НГДУ «Джалильнефть» до проведения второго этапа ОПР.



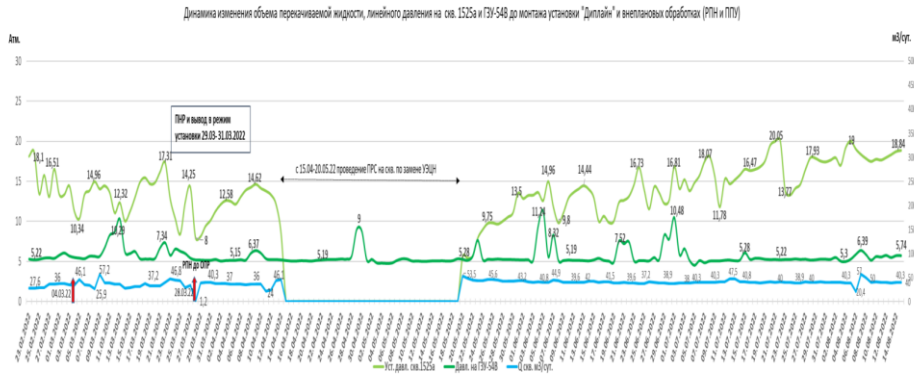


Рис.3 Параметры эксплуатации на скв. 1525а ЦДНГ-1 НГДУ «Джалильнефть» при проведении второго этапа ОПР с подключением установки индукционного нагрева «Диплайн».

Результаты ООО «Уфимский НТЦ» лабораторных исследований наличия изменения реологических свойств проб со скв. 5698 ЦДНГ-3 НГДУ «Альметьевнефть» до и после индукционного воздействия на жидкость.

Таблица 3

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Данные исследований			
			Проба №1 (до воздействия)	Проба №2 (после воздействия)	Проба №3 (до воздействия)	Проба №4 (после воздействия)
1	Динамическая вязкость при температуре 20 °С	сПз	23,8465	21,9738	21,8276	29,4760
2	Массовая доля воды в пробе	%	24,86	16,92	20,13	25,79

Изменений динамической вязкости и массовой доли воды в пробах нет.

Дата предоставления пробы	Номер пробы	пл., г	S <sub>с</sub> , см <sup>2</sup>	пл., на единицу площади, г/см <sup>2</sup>	Вид на фото
31.05.2021 г	1 (до воздействия)	0,6863	46,51	14,76 · 10 <sup>3</sup>	
31.05.2021 г	2 (после воздействия)	0,5252	46,51	11,29 · 10 <sup>3</sup>	
05.08.2021 г	3 (до воздействия)	0,7011	46,51	15,07 · 10 <sup>3</sup>	
05.08.2021 г	4 (после воздействия)	0,6096	46,51	13,11 · 10 <sup>3</sup>	

В пробе от 31.05.21 исследование показало снижение отложений на 23% и в пробе от 05.08.21 на 13% после воздействия установки.

Результаты института «ТатНИИнефть» лабораторных исследований наличия изменения реологических свойств проб со скв. 1525а до и после воздействия индукционного нагрева жидкости.

Таблица 5

Наименование пробы	Доля воды, %		Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Динамическая вязкость, мПа·с	Результат дисперсного
	общей	эмульгированной			
Эмульсия до обработки на установке индукционного нагрева	87,4	24,2	916	22	
Эмульсия, обработанная на установке индукционного нагрева	86,4	21,6	915	21	

Существенных изменений свойство эмульсии проб со скв. 1525а не выявлено (отбор 07.09.2022)

Таблица 6

Номер	Время обработки, ч	Температура стержия, °С	Температура нефти, °С	Масса АСПО, г		Эффективность, %
				исходная нефть	нефть после индукц.обр.	
1	3	0	50	0,1906	0,1378	27,7
2	7	минус 5	50	0,3380	0,1531	54,7
3	7	минус 5	30	2,2442	1,0426	53,5
4	15	минус 5	30	4,4974	1,5930	64,5

Результаты по моделированию процесса с сокращением интенсивности парафинообразования на 27,7% - 64,5%.

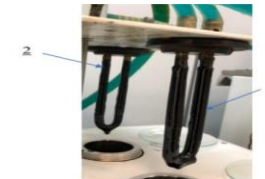


Рисунок 1 – Стержни с образовавшимся АСПО (1 – из исходной нефти, 2 – из нефти после индукционной обработки)



**Плановые критерии успешности применения технологии:**

1. Отсутствие отказов и не запланированных остановок установки по причине конструктивной ненадежности оборудования, в течение второго этапа ОПР 90 сут.
2. Отсутствие необходимости проведения промывки реагентом РПН выкидной линии от скв. 1525а– ГЗУ-54в или проведение каких-либо других работ (механическая очистка, воздействие паром и т.д.) для снижения давления в системе нефтесбора.
3. Перепад давления между скважиной и ГЗУ не выше максимально рабочего 1,7 МПа (фактические отклонения от 0,8 до 1,5 Мпа).
4. Достижение положительного технико-экономического эффекта – при расчете эффекта использовать фактические ежегодные понесенные затраты на восстановленные пропускной способности трубопровода от скважины за последние 2 года.

**IV. Выводы:**

1. Принятые плановые критерии оценки результатов испытания установки индукционного нагрева ООО "ДИПЛАЙН" для увеличения пропускной способности нефтепроводов и исключения промывок РПН выполнены:

- отсутствие профилактических промывок РПН или других работ для снижения давления в нефтепроводе за период более 100 сут. (в 2021 году 12 обработок нефтяным растворителем парафинов (РПН) и 7 тепловых обработок ППУ);
- отсутствие отказов и не запланированных остановок работы установки в течение второго этапа ОПР более 100 сут. (находится в работе в настоящее время).
- перепад давления между скважиной и ГЗУ от 0,8 до 1,5 МПа не превысил максимальный показатель 1,7 МПа (до внедрения установки);
- расчет фактического ТЭО показал окупаемость мероприятия с ЧДД 1607 тыс. руб./объект и ИДД 1,75 ед., расчетный срок окупаемости 1,94 года.

2. При рассмотрении паспорта инновационного мероприятия ОПР рекомендовать экспертам инновационно-технологического совета «РиД» ПАО «Татнефть» считать результаты успешными. Установку оставить в эксплуатации на скв. 1525а НГДУ «Джалильнефть».

**Приложения:**

1. Приложение 1 (Промежуточный акт промышленных испытаний установки индукционного нагрева нефти ООО «Диплайн» в НГДУ «Альметьевнефть») 8 л., в 1 экз.
2. Приложение 2 (Программа и методика ОПР в НГДУ «Джалильнефть») 25 л., в 1 экз.
3. Приложение 3 (Акт замера потребления электроэнергии на скважине 1525а до ОПР) 9 л., в 1 экз.
4. Приложение 4 (Акт ввода в эксплуатацию установка по индукционному нагреву добываемой жидкости, контрольные значения технических параметров скважин и установки) 2 л., в 1 экз.
5. Приложение 5 (Акт контрольных замеров энергопотребления на скв. 1525а и на установке ООО «ДИПЛАЙН») 3 л., в 1 экз.
6. Приложение 6 (Отчет ООО «Диплайн» по лабораторным исследованиям изменения реологических свойств жидкости со скв. 5698 НГДУ «Альметьевнефть» до и после установки) 11 л., в 1 экз.

7. Приложение 7 (Отчет института «ТатНИПИнефть» по лабораторным исследованиям влияния индукционного нагрева на свойства эмульсии и процесс парафинообразования пробы со скв. 1525а НГДУ «Джалильнефть» до и после установки) 7 л., в 1 экз.

8. Приложение 8 (Расчет ТЭО факт по применению технологии индукционного нагрева добываемой жидкости со скважины) 2 л., в 1 экз.

Руководитель группы по эксплуатации линейных объектов ОТНГ и В УДНГ «Татнефть-Добыча»

Ф.А. Галиев

Главный эксперт ОЭРТН ЦТР

И.З. Ибрагимов

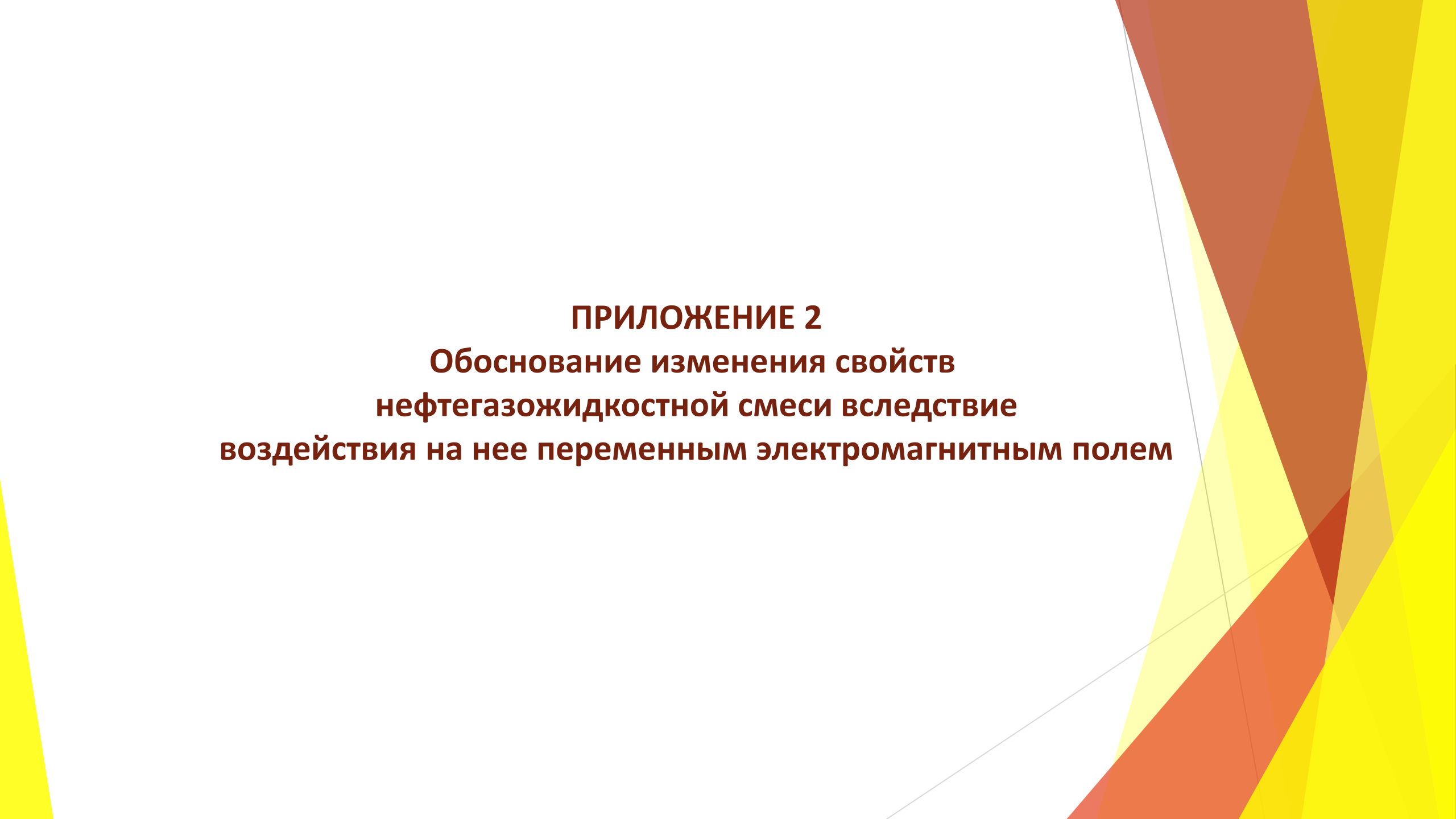
Лист согласования к документу № согл-1331364185-1 от 15.09.2022  
 Инициатор согласования: Ибрагимов И.З. Главный эксперт Отдела экспертизы и развития технологий нефтедобычи  
 Согласование инициировано: 23.09.2022 18:21

Лист согласования		Тип согласования: смешанное		
№	ФИО, должность	Передано на визу	Срок согласования	Результат согласования
Тип согласования: параллельное				
1	Ибрагимов И.З., Главный эксперт Отдела экспертизы и развития технологий нефтедобычи	23.09.2022 - 18:21		Согласовано 23.09.2022 18:21:31
2	Ершов А.А., Главный эксперт Отдела экспертизы и развития технологий нефтедобычи	23.09.2022 - 18:21		Согласовано 26.09.2022 17:17:28
3	Галиев Ф.А., Руководитель группы эксплуатации линейных объектов Отдела транспортировки нефти, газа и воды УДНГ	23.09.2022 - 18:21		Перенаправлено 23.09.2022 18:40:38
Перенаправление(параллельное)				
	Закиев А.Р., Руководитель группы по эксплуатации объектов Ромашкинского месторождения - Север Отдела транспортировки нефти, газа и воды УДНГ	23.09.2022 - 18:40		Перенаправлено 26.09.2022 09:46:00
Перенаправление(параллельное)				
	Шакиров И.Р., Инженер 2 категории группы по эксплуатации объектов Ромашкинского	26.09.2022 - 09:46		Перенаправлено 26.09.2022 10:28:24

	месторождения - Север Отдела транспортировки нефти, газа и воды УДНГ			
Перенаправление(параллельное)				
	Мубаракшин Р.Р., Начальник ЦДНГ-1 НГДУ "Джалильнефть" ДДНГ	26.09.2022 - 10:28		Согласовано 28.09.2022 07:37:26
	Шакиров И.Р., Инженер 2 категории группы по эксплуатации объектов Ромашкинского месторождения - Север Отдела транспортировки нефти, газа и воды УДНГ	28.09.2022 - 07:37		Согласовано 28.09.2022 08:45:37
	Закиев А.Р., Руководитель группы по эксплуатации объектов Ромашкинского месторождения - Север Отдела транспортировки нефти, газа и воды УДНГ	28.09.2022 - 08:45		Согласовано 28.09.2022 10:18:55
	Шипилов М.С., Ведущий специалист группы эксплуатации линейных объектов Отдела транспортировки нефти, газа и воды УДНГ	23.09.2022 - 18:40		Согласовано 26.09.2022 08:06:27
3.1	Галиев Ф.А., Руководитель группы эксплуатации линейных объектов Отдела	28.09.2022 - 10:18		Согласовано 28.09.2022 10:30:27

Лист согласования к документу № 16801/Проект(290) от 10.10.2022  
 Инициатор согласования: Ибрагимов И.З. Главный эксперт Отдела экспертизы и развития технологий нефтедобычи  
 Согласование инициировано: 23.09.2022 18:21

Лист согласования		Тип согласования: смешанное		
№	ФИО, должность	Передано на визу	Срок согласования	Результат согласования
Тип согласования: последовательное				
1	Ганиев Р.Р., Начальник Отдела экспертизы и развития технологий нефтедобычи	08.10.2022 - 10:15		Согласовано 08.10.2022 11:12:43
ТЭП по результатам испытаний положительные				
Тип согласования: последовательное				
2	Фаткуллин И.Д., Руководитель Проектно-экспертного офиса - Заместитель директора	08.10.2022 - 11:12		Подписано 09.10.2022 15:38:29
На итс сформулировать конкретные выводы				
3	Ахмадиев Р.Н., Начальник управления добычи нефти и газа Департамента добычи нефти и газа	09.10.2022 - 15:38		Подписано 09.10.2022 20:53:31



**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**  
**Обоснование изменения свойств**  
**нефтегазожидкостной смеси вследствие**  
**воздействия на нее переменным электромагнитным полем**

**Книга - Мирзаджанзаде А.Х., Кузнецов О. Л., Басниев К.С., Алиев З.С.  
Основы технологии добычи газа. – 2003. – 880 с.: ил. - стр. 779.**

Были проведены исследования с целью качественной оценки влияния переменного магнитного поля на реологические свойства неньютоновских нефтей. Рассмотрены асфальтено-смолистые нефти, для которых были сняты кривые течения при наличии поля и при его отсутствии.

Экспериментальная установка состояла в основном из капиллярного вискозиметра и электромагнита. В опытах использованы немагнитные (медные) капиллярные трубки длиной 20, 30, 50 см и диаметром соответственно 2,3 и 2,5 мм. Высота полюсов равнялась 35 мм, а зазор между ними устанавливался соответственно наружному диаметру капиллярных трубок. Электромагнит подключался к городской сети с частотой 50 Гц и полюсы ставились в начальном участке капиллярной трубки.

Были рассмотрены нефти месторождения Кюровдаг (30% асфальтено-смолистых веществ) и Мангышлакская (40%). Установлено, что под воздействием переменного магнитного поля происходит очевидный сдвиг кривых течения, и предельное напряжение сдвига при этом существенно уменьшается. Уменьшение предельного напряжения сдвига особенно заметно после двух – и трехкратной обработки нефти магнитным полем.

Заметим, что нефть и после снятия поля течет, сохраняя «магнитную память», для оценки которой после 6 суток при той же температуре были сняты кривые течения. При этом изменения в нефти после воздействия полем оказались достаточно устойчивыми во времени. Проведенный через 50 суток опыт с уже использованной нефтью показал, что нефть при этом частично сохранила «память» об обработке магнитным полем, вследствие чего сдвиг кривых от повторного воздействия полем происходит менее выражено и от кратности магнитной обработки практически не зависит.

Качественно аналогичные результаты получены в опытах с водонефтяными эмульсиями.

## **Статья - А.А. Злобин, ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА МАГНИТНОЙ АКТИВАЦИИ НЕФТИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН ОТ АСФАЛЬТЕНОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ** **Пермский национальный исследовательский политехнический университет**

### **5.1. Воздействие магнитного поля на асфальто-смолистые и парафиновые отложения (АСПО).**

Использование магнитных устройств для предотвращения АСПО началось в 50-е годы прошлого века, но из-за малой эффективности широкого распространения не получило. Отсутствовали магниты, достаточно долго и стабильно работающие в условиях скважины. С середины 90-х гг. интерес к использованию магнитного поля для воздействия на АСПР значительно возрос, что связано с появлением на рынке широкого ассортимента высокоэнергетических магнитов на основе редкоземельных металлов. Механизм воздействия магнитного поля на образование АСПО, согласно [13, 14], выглядит следующим образом: в движущейся жидкости происходит разрушение агрегатов, состоящих из субмикроскопических ферромагнитных частиц соединений железа, находящихся при концентрации 10-100 г/т в нефти и попутной воде. В каждом агрегате содержится от нескольких сотен до нескольких тысяч микрочастиц, поэтому их разрушение приводит к резкому (6100–10000 раз) увеличению концентрации центров кристаллизации парафинов и солей и формированию на поверхности ферромагнитных частиц пузырьков газа микронных размеров. В результате разрушения агрегатов кристаллы парафина выпадают в виде тонкодисперсной, объемной, устойчивой взвеси, а скорость роста отложений уменьшается пропорционально уменьшению средних размеров, выпавших совместно со смолами и асфальтенами в твердую фазу кристаллов парафина. Образование микропузырьков газа в центрах кристаллизации после магнитной обработки нефти обеспечивает газлифтный эффект, ведущий к некоторому росту дебита скважины

**Алматы** (7273)495-231  
**Ангарск** (3955)60-70-56  
**Архангельск** (8182)63-90-72  
**Астрахань** (8512)99-46-04  
**Барнаул** (3852)73-04-60  
**Белгород** (4722)40-23-64  
**Благовещенск** (4162)22-76-07  
**Брянск** (4832)59-03-52  
**Владивосток** (423)249-28-31  
**Владикавказ** (8672)28-90-48  
**Владимир** (4922)49-43-18  
**Волгоград** (844)278-03-48  
**Вологда** (8172)26-41-59  
**Воронеж** (473)204-51-73  
**Екатеринбург** (343)384-55-89

**Россия** +7(495)268-04-70

**Иваново** (4932)77-34-06  
**Ижевск** (3412)26-03-58  
**Иркутск** (395)279-98-46  
**Казань** (843)206-01-48  
**Калининград** (4012)72-03-81  
**Калуга** (4842)92-23-67  
**Кемерово** (3842)65-04-62  
**Киров** (8332)68-02-04  
**Коломна** (4966)23-41-49  
**Кострома** (4942)77-07-48  
**Краснодар** (861)203-40-90  
**Красноярск** (391)204-63-61  
**Курск** (4712)77-13-04  
**Курган** (3522)50-90-47  
**Липецк** (4742)52-20-81

**Магнитогорск** (3519)55-03-13  
**Москва** (495)268-04-70  
**Мурманск** (8152)59-64-93  
**Набережные Челны** (8552)20-53-41  
**Нижний Новгород** (831)429-08-12  
**Новокузнецк** (3843)20-46-81  
**Ноябрьск** (3496)41-32-12  
**Новосибирск** (383)227-86-73  
**Омск** (3812)21-46-40  
**Орел** (4862)44-53-42  
**Оренбург** (3532)37-68-04  
**Пенза** (8412)22-31-16  
**Петрозаводск** (8142)55-98-37  
**Пермь** (8112)59-10-37  
**Пермь** (342)205-81-47

**Казахстан** +7(7172)727-132

**Ростов-на-Дону** (863)308-18-15  
**Рязань** (4912)46-61-64  
**Самара** (846)206-03-16  
**Санкт-Петербург** (812)309-46-40  
**Саратов** (845)249-38-78  
**Севастополь** (8692)22-31-93  
**Саранск** (8342)22-96-24  
**Симферополь** (3652)67-13-56  
**Смоленск** (4812)29-41-54  
**Сочи** (862)225-72-31  
**Ставрополь** (8652)20-65-13  
**Сургут** (3462)77-98-35  
**Сыктывкар** (8212)25-95-17  
**Тамбов** (4752)50-40-97  
**Тверь** (4822)63-31-35

**Киргизия** +996(312)96-26-47

**Тольятти** (8482)63-91-07  
**Томск** (3822)98-41-53  
**Тула** (4872)33-79-87  
**Тюмень** (3452)66-21-18  
**Ульяновск** (8422)24-23-59  
**Улан-Удэ** (3012)59-97-51  
**Уфа** (347)229-48-12  
**Хабаровск** (4212)92-98-04  
**Чебоксары** (8352)28-53-07  
**Челябинск** (351)202-03-61  
**Череповец** (8202)49-02-64  
**Чита** (3022)38-34-83  
**Якутск** (4112)23-90-97  
**Ярославль** (4852)69-52-93

<https://pulsaroil.nt-rt.ru/> || [pou@nt-rt.ru](mailto:pou@nt-rt.ru)