Разработка технологии ускоренного разделения фаз водонефтяных эмульсий – фазоразделитель при использовании управляемых акустических полей

Авторский коллектив:

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина:
Доцент каф. РиЭНМ, к.т.н. **Деньгаев Алексей**
Доцент каф. РиЭНМ, к.т.н. **Вербицкий Владимир**

ООО “НПО ”ВОЛНА”:
Генеральный директор **Саргин Борис**
Зам. ген. директора, к.т.н. **Геталов Андрей**

Докладчик:

Доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, к.т.н.
Деньгаев Алексей Викторович

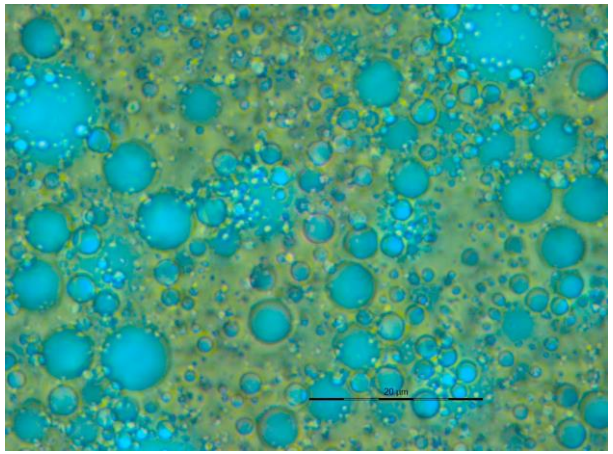
г. Москва, 2022

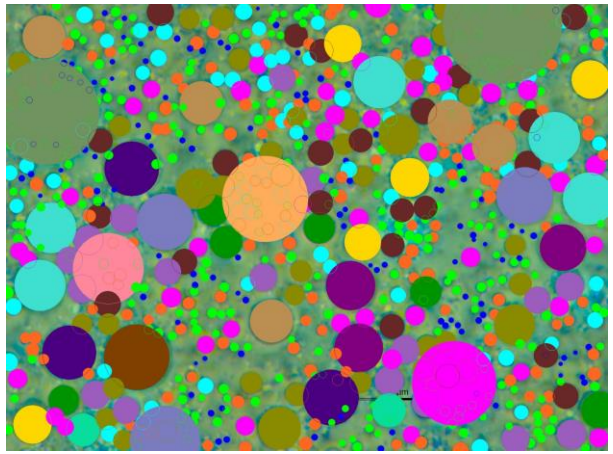
Безсепарационные процессы подготовки нефти и газа: ультразвуковое воздействие на водонефтяные эмульсии

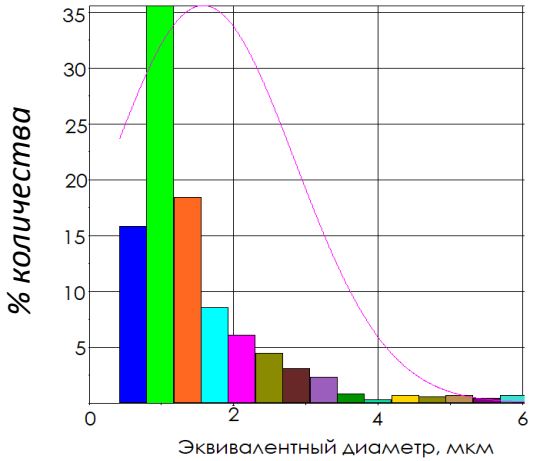
Цель: повышение эффективности процессов деэмульсации и дегазации на кустовых площадках скважин, линейных трубопроводах, площадных объектах в фазоразделительных ускорителях

Задачи:

- повышение эффективности процесса разделения фаз;
- снижение объёмов используемого деэмульгатора минимум в 2 раза и повышение эффективности его работы;
- разработка научно-обоснованных рекомендаций и технических средств для повышения эффективности разделения фаз.







Микрофотография промысловой эмульсии при обводненности 65% и распределение по размерам глобул воды

Научная и техническая поддержка проекта

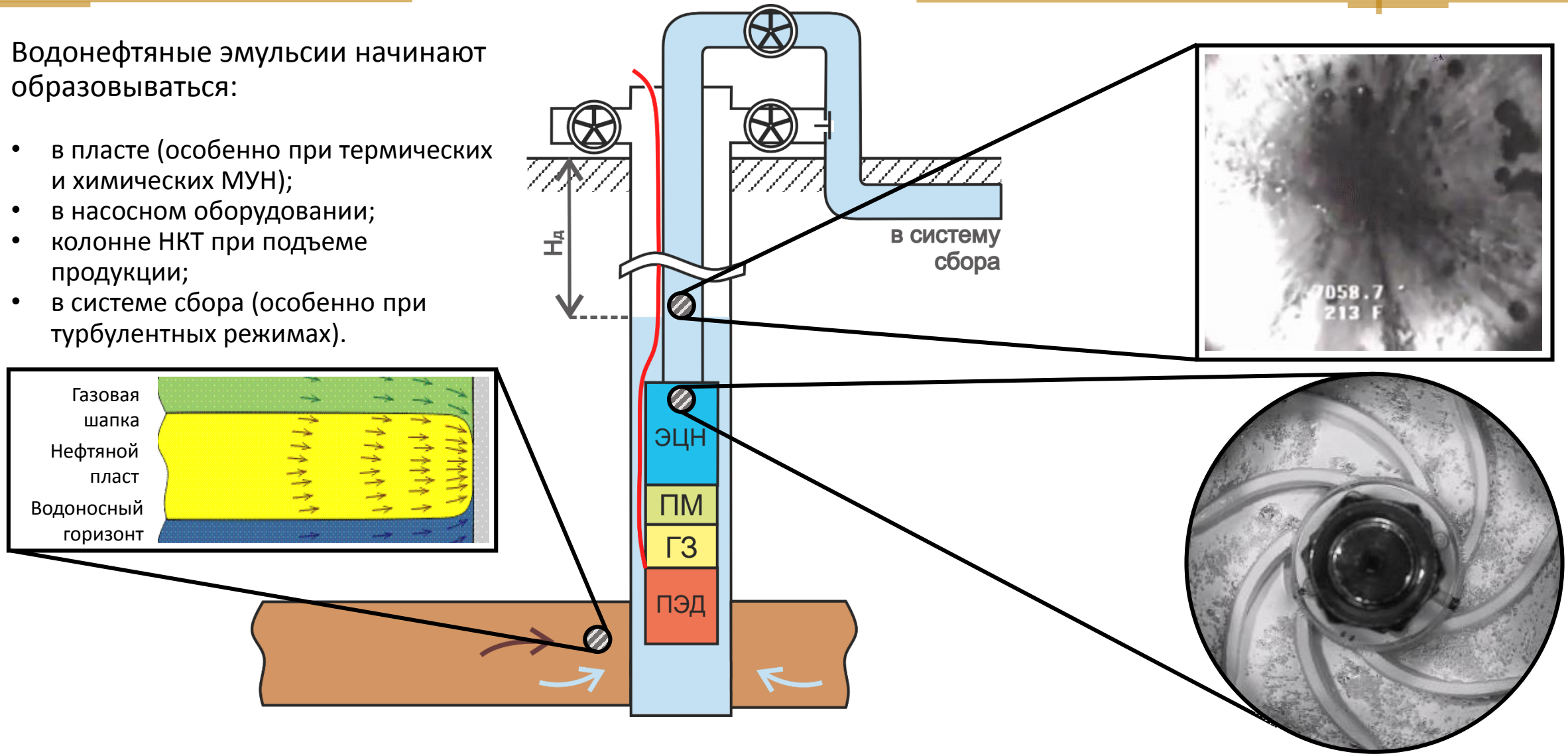
ООО "НПО "ВОЛНА"

МОУ «ИИФ»

Процессы образование водонефтяных эмульсий

Водонефтяные эмульсии начинают образовываться:

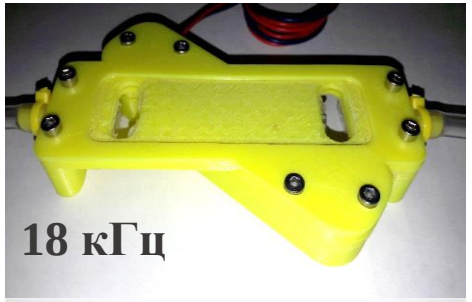
- в пласте (особенно при термических и химических МУН);
- в насосном оборудовании;
- колонне НКТ при подъеме продукции;
- в системе сбора (особенно при турбулентных режимах).

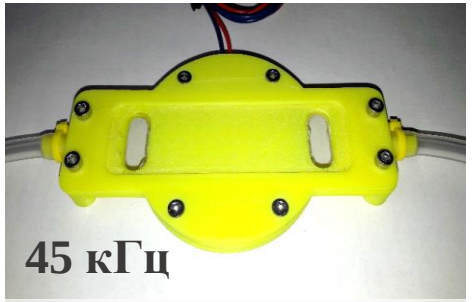


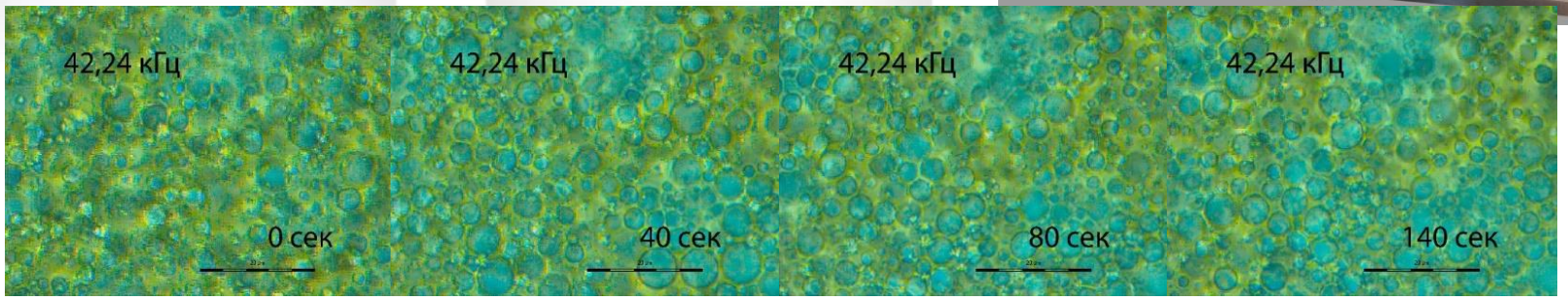
Лабораторная база проекта

Установки класса МИКРО

для проведения и визуализации опытов по изучению поведения водонефтяных эмульсий в статическом и динамическом режимах (ламинарный и турбулентный режимы) на частотах от 17 кГц до 70 кГц при различных интенсивностях УЗ волны

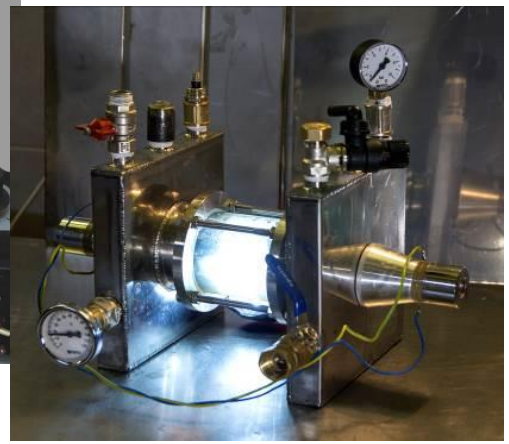






Лабораторная установка №1

Установка позволяет проводить статические и динамические испытания по поведению водонефтяных эмульсий с возможностью инструментального и визуального контроля характеристик водонефтяной эмульсии. Возбудители акустических и УЗ волн сменные, в диапазоне частот 15кГц-100 кГц



Лабораторная база проекта

Полевая лаборатория

для проведения испытаний в полевых условиях при статических и динамических режимах реальных промысловых проб и оценка влияния ультразвуковых колебаний на разрушение водонефтяных эмульсий с возможностью инструментального и визуального контроля характеристик водонефтяной эмульсии.

Мобильная лаборатория

Позволяет проводить весь спектр исследований:

- Аудит систем промысловой подготовки нефти;
- Определение эффективности работы деэмульгатора;
- Оценка необходимости использование физических методов разрушения в/н эмульсий.

Изучение процесса разделения эмульсии в УЗ поле: результаты лабораторных исследований

Гравитационное разделение

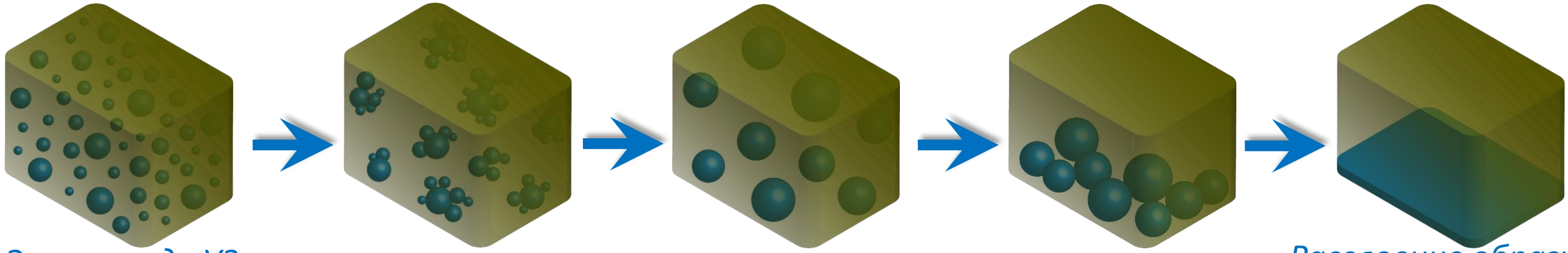
Гравитационное разделение + ультразвуковое воздействие

Физика процесса разделения эмульсии в УЗ поле

Основные процессы: - резонанс водяных глобул и их слияние;

- быстрое эффективное растворение микродоз (объемов) деэмульгатора в больших объемах ВНЭ (отношение по объемам (10^{-4} - 10^{-5}).

Вспомогательные процессы:



Эмульсия до УЗ воздействия

Под действием УЗ повышается возможность столкновения глобул воды (уравнение движения)

Коагуляция

Глобулы воды в УЗ поле приобретают резонансную энергию, что приводит к колебаниям поверхностей глобул

Коалесценция

Увеличение размера глобул воды приводит к ускорению их выпадения (закон Стокса)

Седиментация

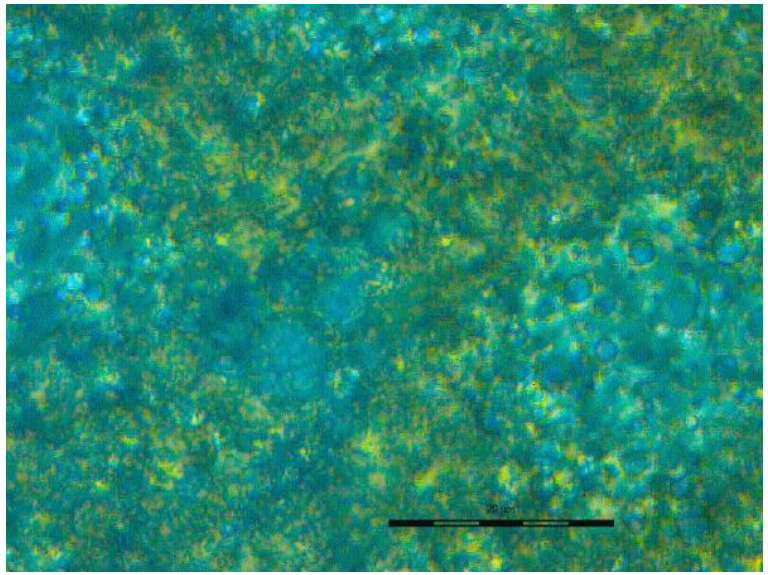
Увеличивается концентрация глобул в нижней части объема водонефтяной эмульсии

Расслоение образующих эмульсию фаз

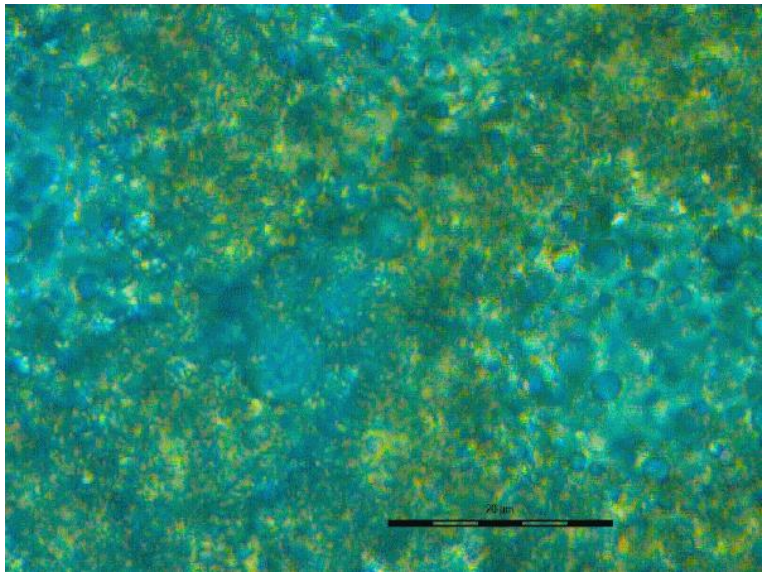
Комбинирование УЗ воздействия с химической обработкой улучшает процесс разделения

Изучение процесса разделения эмульсии в УЗ поле: результаты лабораторных исследований

Обратная эмульсия без УЗ воздействия

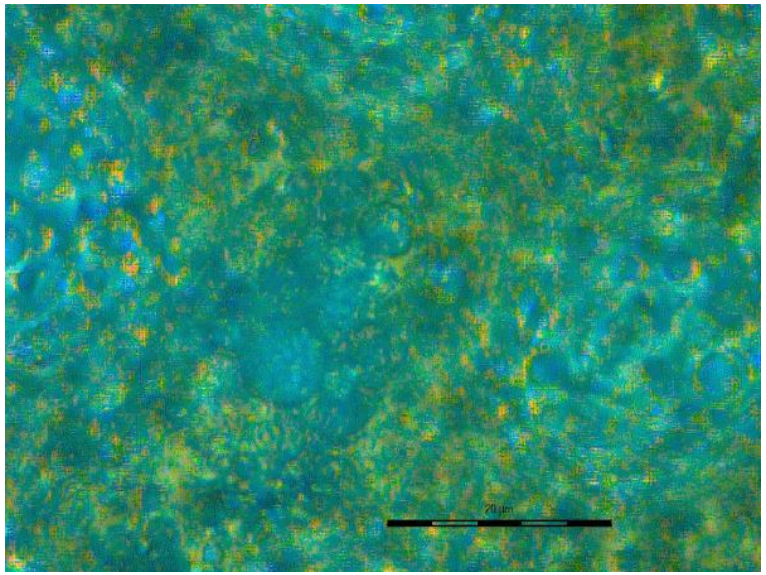


Эмульсия под УЗ воздействием



Бескавитационный процесс

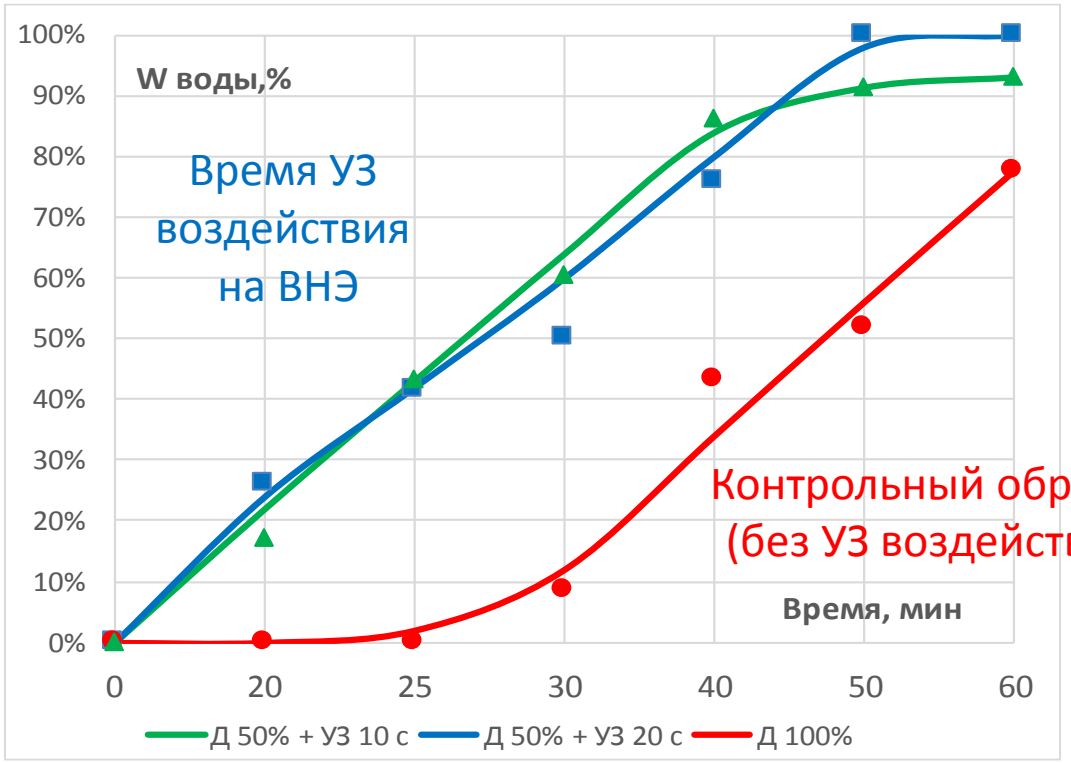
Эмульсия под УЗ воздействием



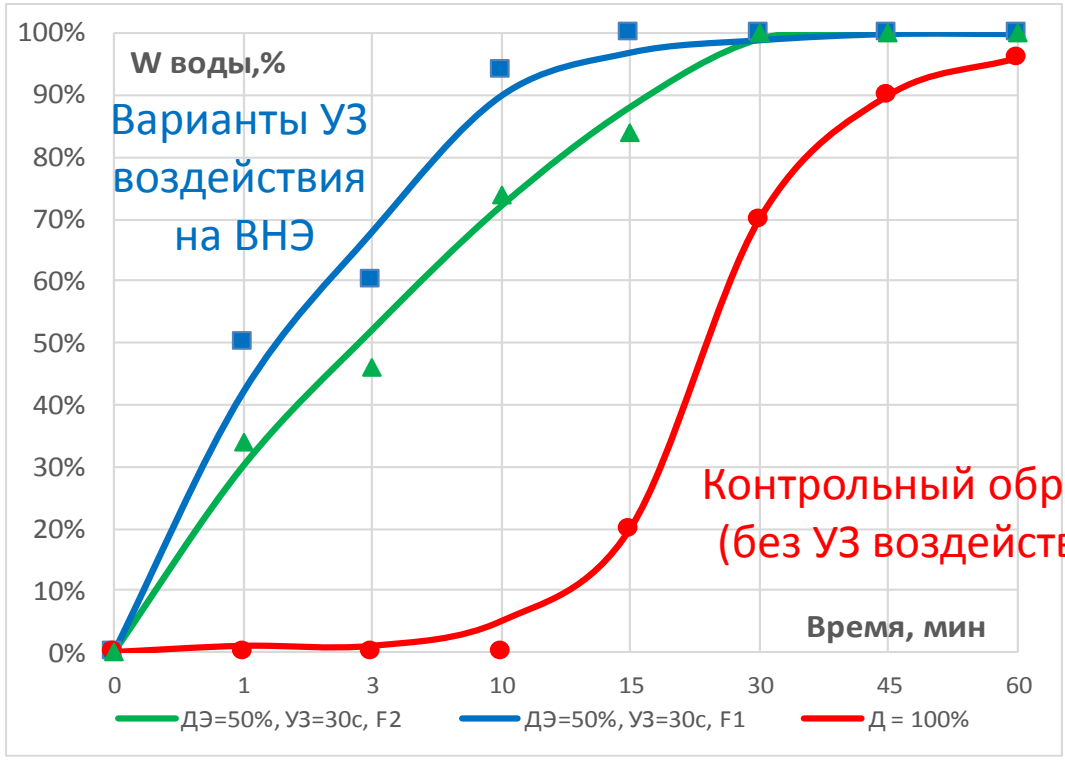
Кавитационный процесс

Разделения эмульсии в УЗ поле: результаты промысловых исследований

По мнению специалистов Губкинского университета и ООО «НПО «Волна» перспективным направлением для разделения устойчивых водонефтяных эмульсий является применение ультразвукового воздействия.



Скважинная продукция Тайлаковского месторождения (обводненность 58%, Т = 40 ^{0}С)

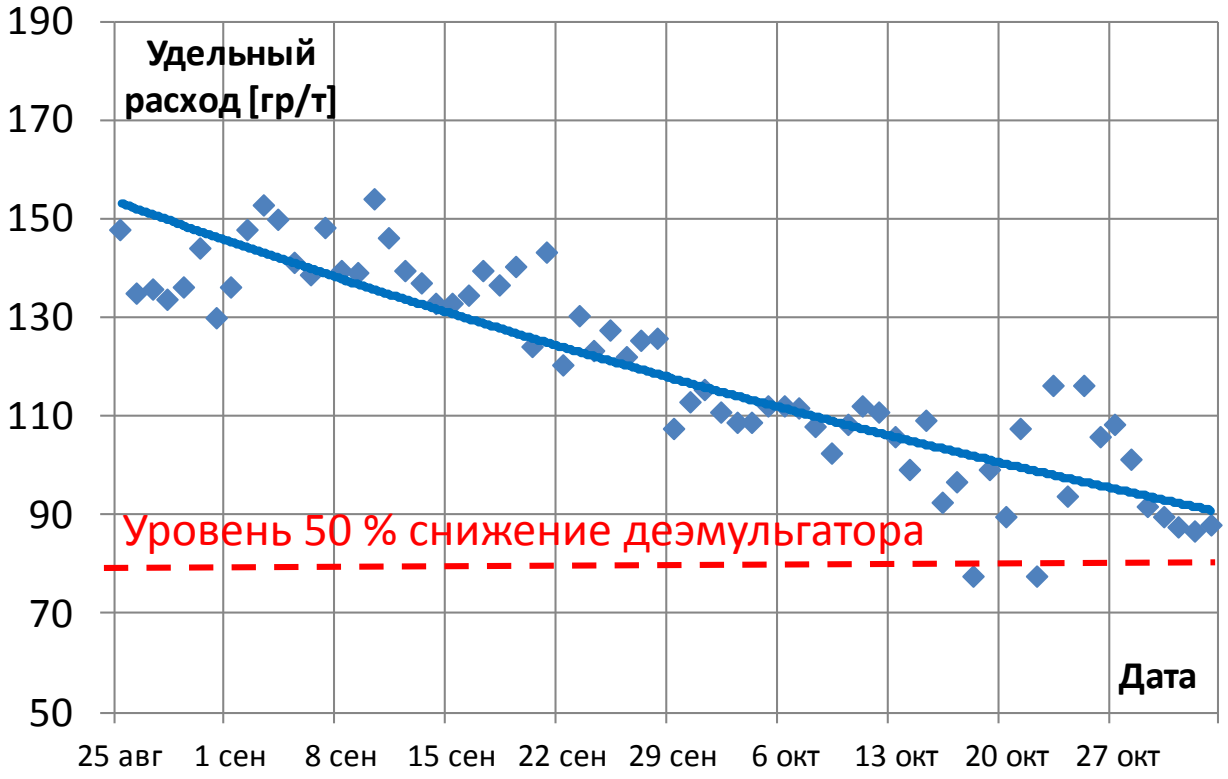


Скважинная продукция Приобского месторождения (обводненность 52%, Т = 38 ^{0}С)

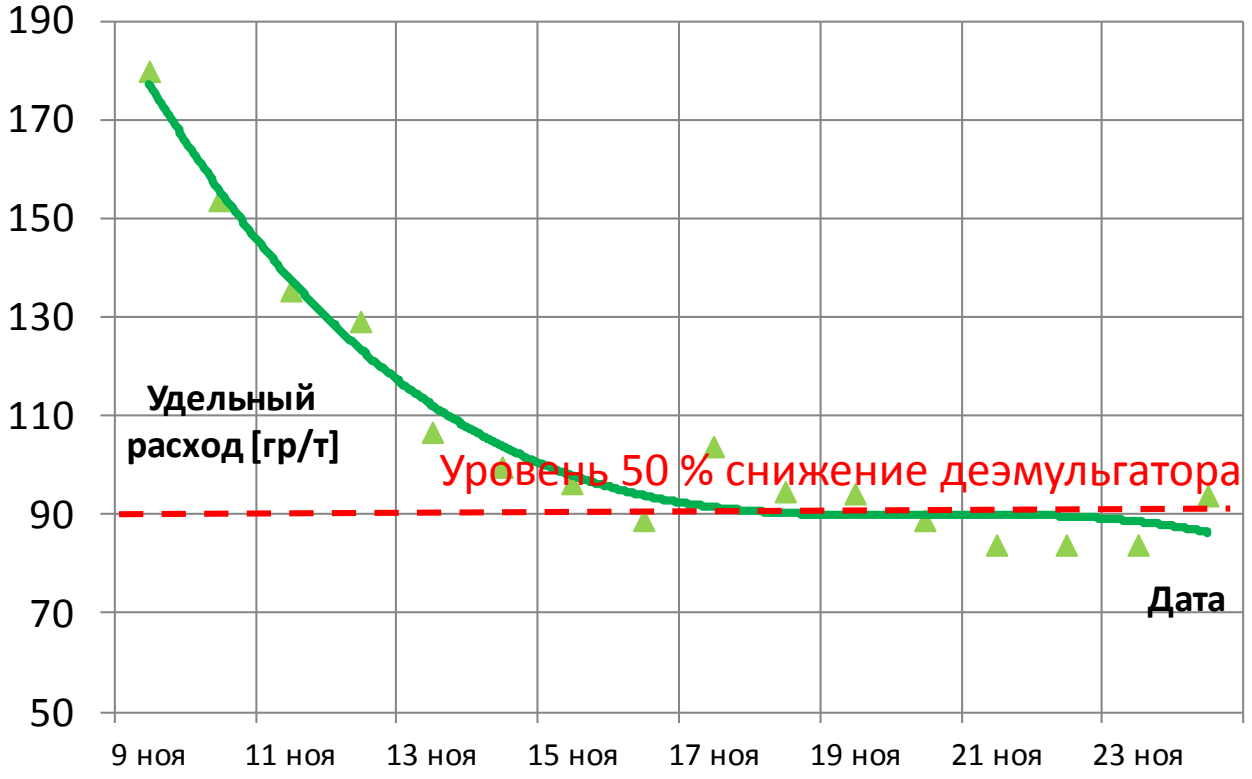
Опытно промышленные испытания трубных УЗ излучателей на ДНС-2 Тайлаковского м-я

Опытно промышленные испытания трубных УЗ излучателей на ДНС-2 Тайлаковского м-я

Удельный расход деэмульгатора (тип 1) (ввод с 25.08.19 по 09.11.19)



Удельный расход деэмульгатора (тип 2) (ввод с 09.11.19 по н.в.)



Опытно промышленные испытания трубных УЗ излучателей на ДНС-2 Тайлаковского м-я

компания

МЕГИОН

Подготовка нефти на высокой волне

технологический прорыв года

В результате многолетнего сотрудничества между нефтяниками «Мегионнефтегаза», учеными РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина и инженерами-физиками НПО «Волна» создана и внедрена в промышленную эксплуатацию уникальная технология подготовки нефти с подтвержденным экономическим эффектом

Одним из важных технологических процессов нефтедобычи является промысловая подготовка нефти, основная задача которой — разрушение и обезвоживание водонефтяных эмульсий в составе скважинной продукции. Традиционные методы разделения эмульсий характеризуются высокими капитальными и эксплуатационными затратами.

Тайлаковское месторождение

Трубные излучатели

Так как плотность нефти и воды разная, то под воздействием ультразвука водонефтяная эмульсия разделяется на составляющие

20 000 000

рублей в год — экономический эффект от использования технологии ультразвукового воздействия на водонефтяные эмульсии, примененной на Тайлаковском месторождении

ОТКРЫТИЕ ГОДА

Сентябрь 2020г.

Применение УЗ-диспергатора

- **Применение УЗ-диспергатора является эффективным средством ввода и активации химических реагентов в двухфазной среде;**

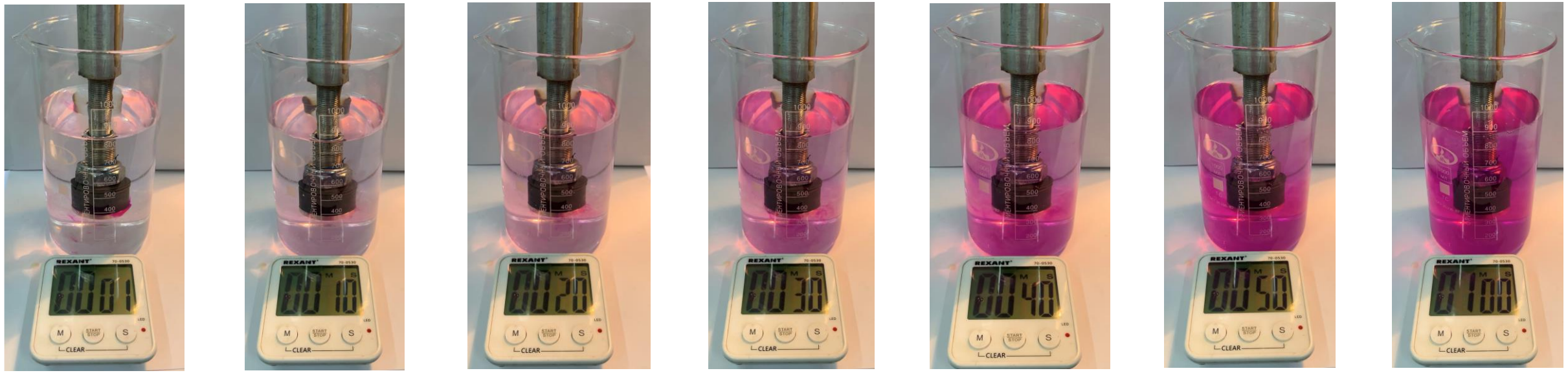
- **Представленная конструкции УЗД на основе пъезокерамического источника УЗ колебаний повышенной амплитуды, работающих от генераторов УЗ частоты по двухпроводной линии с максимальной эффективностью по критерию потребляемая энергия-эффективное распыление.**

- **Конструкция позволяет диспергацию жидкого реагента от 1 мкм как в жидкой среде при различных гидродинамических режимах течения, так и газовой среде.**

- **Конструкция УЗД обеспечивает взрыво – пожаробезопасность, простое управление и обслуживание, малую величину энергопотребления.**

Испытание УЗ инерционной распылительной головки

Модельная жидкостная среда без растворимого газа

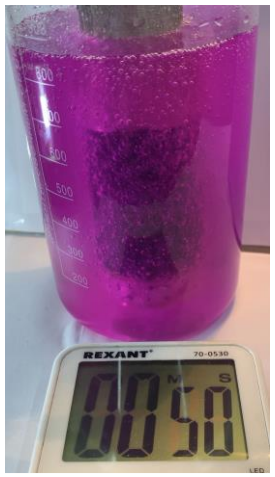


Модельная жидкостная среда с растворимым газом

Испытание УЗ волновой распылительной головки

Модельная жидкостная среда без растворимого газа

Модельная жидкостная среда с растворимым газом



Новые технологические решения
БМУ для фазоразделения на кустовых площадках

ЦЕЛЬ: повышение эффективности процессов деэмульсации и дегазации на кустовых площадках скважин, линейных трубопроводах, площадных объектах за счет технологии сонолиза в фазоразделительных ускорителях (фазоразделителях)

ОБЪЕКТЫ: кусты скважин, площадные объекты, сепарационные установки

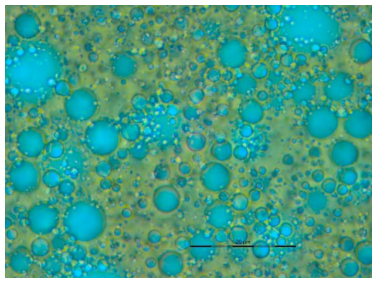
СРОКИ МОБИЛИЗАЦИИ: 2021-2022 гг.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА (ПЛАНИРУЕМЫЕ ЭФФЕКТЫ)

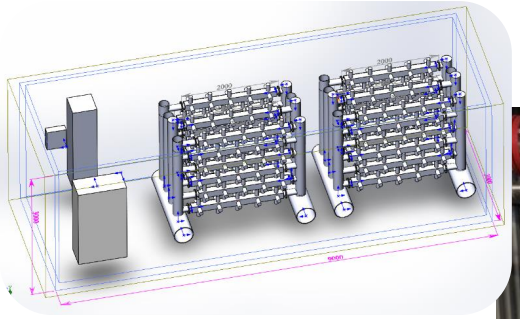
- законченное мобильное техническое решение предназначено для внедрения в технологию деэмульсации и дегазации
- снижение CAPEX в виде замены капитального строительства и замены на мобильные решения
- снижение пульсаций и газовых пробок
- отказ или снижение концентрации используемого деэмульгатора (на ~50%) и повышение эффективности его работы
- доведение качества эмульсии до требований ГОСТ 51858-2002 на промежуточных объектах – снижение OPEX
- кустовая сепарация воды и газа для снижения балластных перекачек

Исходное сырье

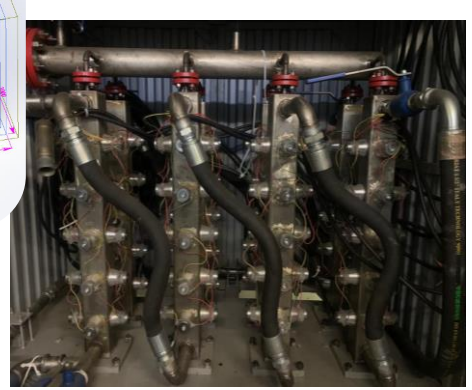
Скважинная продукция
W = 50 - 99%
Gф = 30-500 м3/т



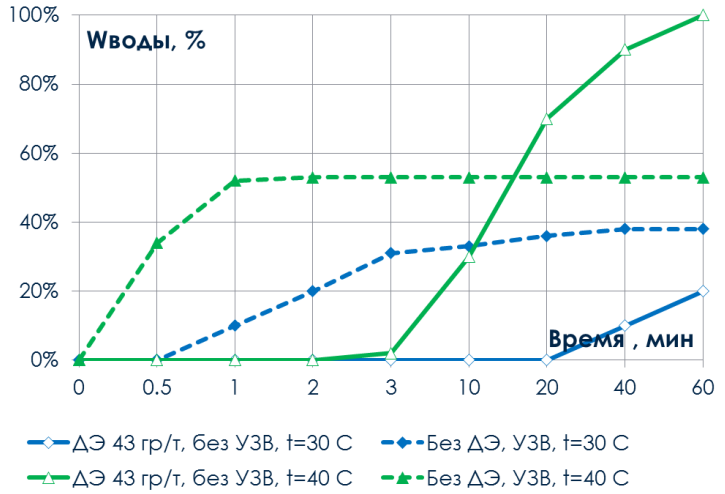
Технологии внедрения модульного фазоразделителя



Комбинирование УЗ воздействия с химической обработкой улучшает процесс разделения

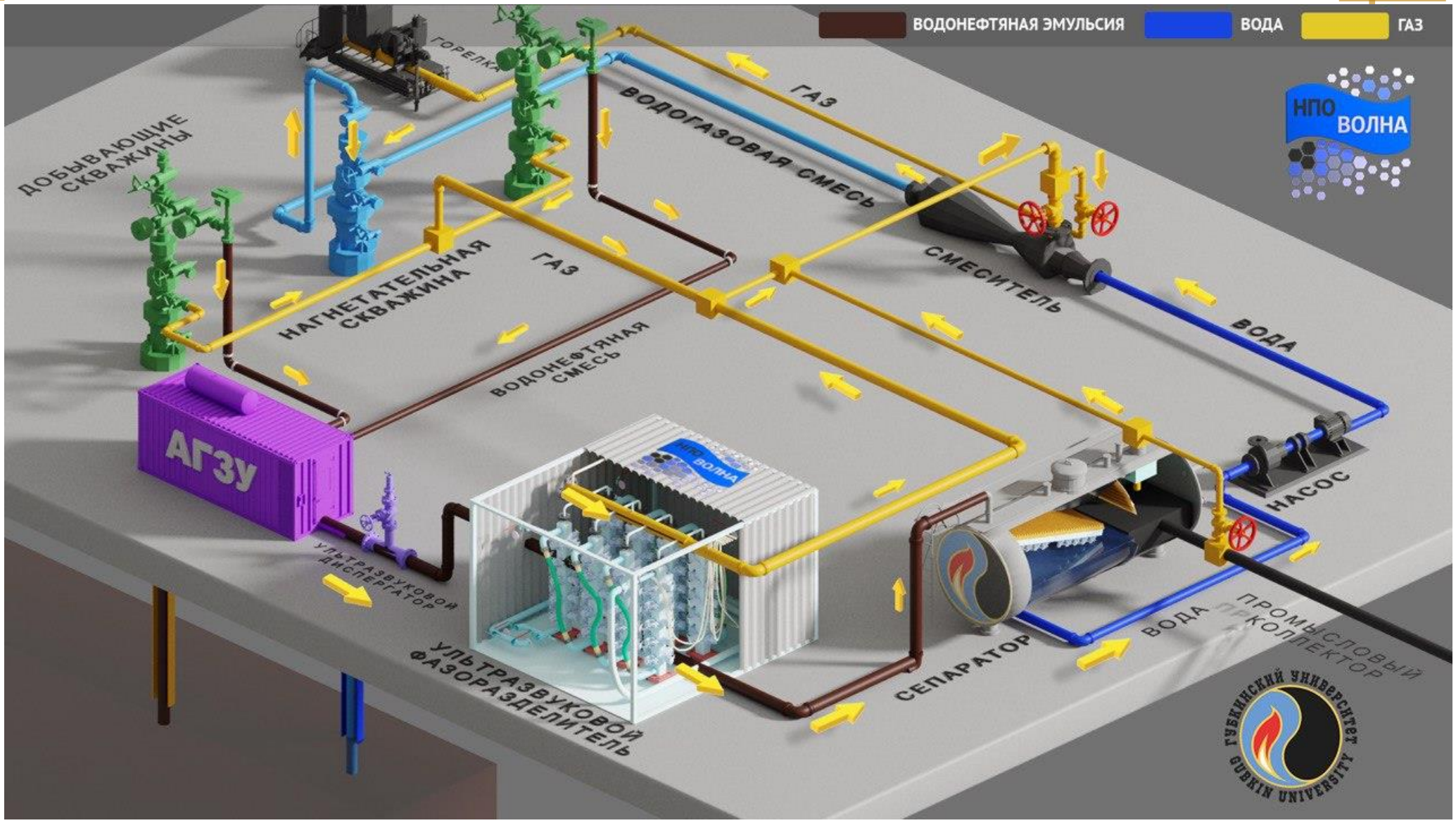


Эффективность



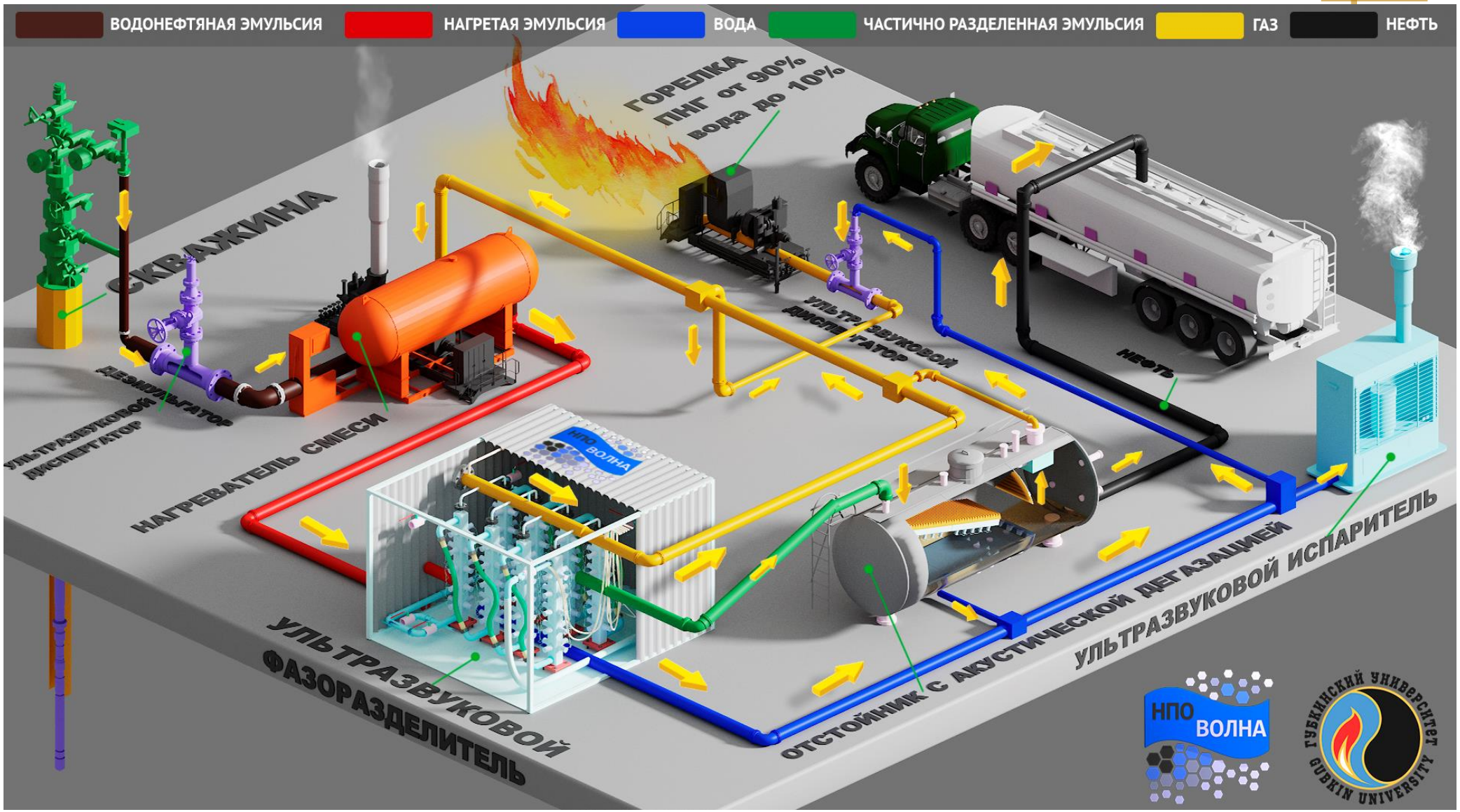
Сокращение расходов материалов, ускорение процесса деэмульсации, отсутствие создания стойких эмульсий

Новые технологические решения
БМУ для предварительного сброса попутной воды и газа на кустах скважин



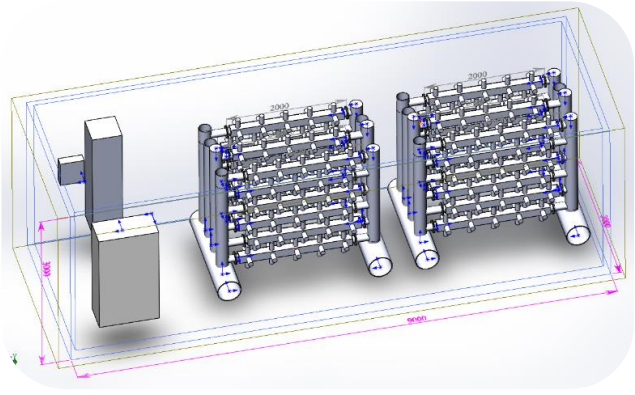
Новые технологические решения

БМУ для разделения и утилизации фаз при исследовании скважин



Предлагаемая дорожная карта

Этап I	Этап II	Этап III	Этап IV
Постановка задач и определение объектов проведения промысловых испытаний	Полевой мониторинг технологических процессов по промысловой подготовки нефти. Определение влияния физических полей на достижение поставленных задач. Разработка рекомендации	Выполнение пуско-наладочных работ. Проведение ОПР (УЗ-диспергатора или системы трубных излучателей)	На основании проведённого ОПР (УЗ-диспергатора или системы трубных излучателей) сформировать ТЗ на разработку эффективного мобильного фазоразделителя



Выводы

1. Применение мобильных фазоразделителей позволит снизить нагрузку на существующую инфраструктуру, а также кардинально снизить капитальные затраты на оборудование объектов первичной подготовки нефти на новых объектах на суше и на шельфе.
2. Совместное действие акустических полей малой мощности и введенного деэмульгатора существенно влияет на кинетику протекающих химических реакций и в разы ускоряет динамику процесса разделения ВНЭ.
3. Установлено, что действие акустических полей приводит к возможности снижения ввода деэмульгатора по сравнению с текущими нормами и снижению температуры.
4. Показано, что уменьшая дисперсность вводимого деэмульгатора уменьшается уровень промышленного слоя при промысловой подготовки нефти.
5. Предложены новые технологические решения для сброса воды/газа на кустах, разделения и утилизации фаз при исследовании скважин модульного типа

Контактная информация

Деньгаев Алексей Викторович – доцент кафедры РиЭНМ, к.т.н.,
Лауреат Премии Правительства в области науки и техники
моб.: +7-915-011-7240
Dengaev.a@gubkin.ru

Геталов Андрей Александрович – Зам. Генерального директора, к.т.н.,
моб.: +7-926-616-9318
Volnanpo@mail.ru