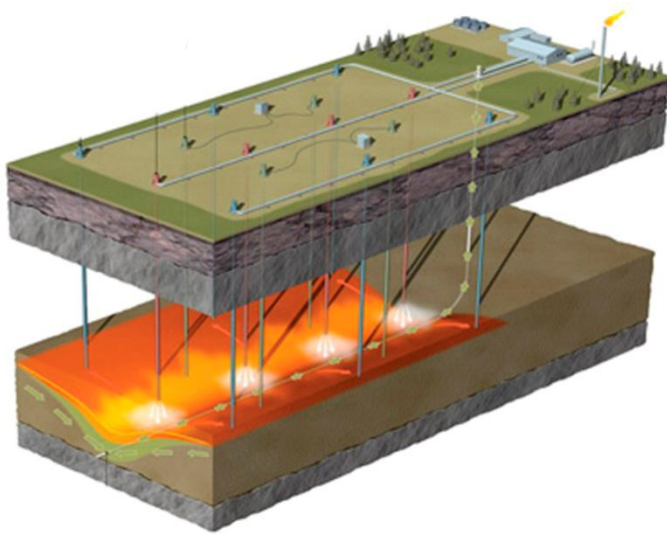




# **Центр превосходства в области новых технологий добычи высоковязкой нефти и природных битумов**



# ***АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМАТИКИ***

**Эпоха легкодоступной нефти заканчивается и уже более половины запасов углеводородного сырья в России и в мире относится к трудноизвлекаемым, причем с увеличением их доли уменьшается коэффициент извлечения нефти и возрастает себестоимость добычи. Наиболее перспективным направлением, особенно для высоковязких нефтей, и низкопроницаемых коллекторов, является разработка термических методов увеличения нефтеотдачи.**

**В связи с этим, в рамках Программы повышения конкурентоспособности КФУ на базе Института геологии и нефтегазовых технологий совместно с Химическим институтом им. А.М. Бутлерова был создан Центр превосходства в области новых технологий добычи высоковязкой нефти и природных битумов на основе термokatалитических методов, в который входят научно-исследовательские лаборатории: «Внутрипластовое горение» и «Каталитический акватермолиз».**

# **Центр превосходства в области новых технологий добычи высоковязкой нефти и природных битумов**

**✓ НИЛ «Внутрипластовое горение»**

**✓ НИЛ «Каталитический акватермолиз»**

- 1. Лаборатория термического анализа и калориметрии (М.А. Варфоломеев);**
- 2. Лаборатория реологических свойств нефти и нефтепродуктов (И.Т. Ракипов);**
- 3. Лаборатория каталитической внутрипластовой обработки нефти (А.В. Вахин);**
- 4. Лаборатория физической органической химии нефти (А.В. Галухин);**
- 5. Лаборатория по изучению распространения температурных фронтов внутри пласта методами геофизической локации (Э.В. Утемов)**

# **Проблемы при реализации тепловых методов внутрипластовой переработки высоковязких нефтей и природных битумов**

- трудно регулируемый процесс;
- отсутствие надежных технических средств контроля за распространением фронта горения;
- сложность поддержания стабильного фронта горения;
- в результате окислительного крекинга возможно ухудшение качества нефти, а также закупорка пласта;
- засоры фильтров добывающих скважин (вынос песка);
- сложность математического моделирования;
- отсутствие однозначных критериев и рекомендаций по использованию тепловых технологии к разработке на конкретном месторождении.

## ***Цель:***

- 1. Создание и внедрение инновационного технологического комплекса для добычи трудноизвлекаемого и нетрадиционного углеводородного сырья (кероген, сланцевая нефть, высоковязкие нефти и др.) на основе термokatалитических методов.**
- 2. Формирование команды проекта, способной выполнять научно-исследовательские и хоз.договорные работы в области тепловых МУН, в рамках конкурсов ФЦП и для коммерческих заказчиков на международном уровне.**

# **Задачи:**

- изучение кинетических параметров каталитического и некаталитического окисления нефтей в пористых средах;
- создание геолого-гидродинамических моделей термических методов добычи на основе лабораторных и опытно-промысловых данных;
- разработка каталитических систем для внутрипластовой переработки тяжелых нефтей;
- разработка рекомендаций по эффективному использованию термических и термокаталитических технологий извлечения углеводородов;
- изучение термодинамических характеристик нетрадиционного углеводородного сырья (термостабильность, фазовые переходы и теплотворная способность);
- разработка методик контроля фронта внутрипластового горения;
- создание собственного программного алгоритма для моделирования процесса извлечения нефти.

# **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 2015 г.**

- **Число высокоцитируемых ученых, работающих в КФУ – 7**
- **Число лабораторий мирового уровня в КФУ – 2**
- **Число публикаций в Scopus и Web of Science в - 70**
- **Привлечение дополнительных доходов  
(хоздоговора и гранты) – 85 млн. руб.**

# **Планируемые результаты 2020 г.**

- **Входит в тройку мировых лидеров по исследованиям в области добычи трудноизвлекаемых углеводородов**
- **Выполняет международные междисциплинарные научно-исследовательские и хоз.договорные работы на сумму не менее 2 млрд. руб.**
- **Получено не менее 35 патентов, в том числе не менее 7 международных патентов на новые способы и методы разработки залежей.**
- **Опубликовано не менее 350 статей в высокорейтинговых международных журналах.**
- **Число магистров и аспирантов по этому направлению составит не менее 280, в том числе из стран дальнего зарубежья не менее 40.**
- **Ежегодно проходят международные конференции, в рамках которых проходят уникальные курсы повышения квалификации по тепловым методам добычи углеводородов с приглашением в качестве лекторов мировых лидеров в этой отрасли.**





# Инфраструктура и кадровый состав

- Объем закупленного оборудования – **200 000 000 рублей** (один из первых в мире центров, имеющий полный комплекс оборудования для проведения НИОКР в области термических и каталитических методов увеличения нефтеотдачи пластов)
- **10 крупнейших мировых университетов и научных центров** из США, Европы и Азии официальные партнеры и участники проекта
- **7 ведущих зарубежных ученых** (Германия, США, Турция, Польша, Франция), являющихся научными руководителями и консультантами лаборатории
- Лабораторный комплекс: **5 научно-исследовательских лабораторий**, 3D Геоцентр для геологического и гидродинамического моделирования, зал для видеоконференций (общая площадь 350 кв.м.)



# РУКОВОДИТЕЛИ



*НИЛ «Внутрипластовое горение»  
НИЛ «Каталитический аква термолиз»  
к.т.н., с.н.с., Вахин А.В.  
тел. +7 987 001 07 81  
e-mail: vahin-a\_v@mail.ru*



*Сектор физико-химических  
исследований нефти, к.х.н.,  
с.н.с. Варфоломеев М.А.  
e-mail: vma.ksu@gmail.com*



*Научный консультант  
д.г.-м.н., проректор по научной  
деятельности, проф. Нургалиев Д.К.*



*Консультант по развитию  
к.т.н., советник ректора по  
взаимодействию с крупными  
компаниями и гос. корпорациями  
Шапошников Д.А.*

# Центр превосходства в области новых технологий добычи высоковязкой нефти и природных битумов

## ✓ НИЛ «Внутрипластовое горение»



**НИЛ «Внутрипластовое горение»**

**к.т.н., с.н.с., Вахин А.В.**

**тел. +7 987 001 07 81**

**e-mail: vahin-a\_v@mail.ru**



**Сектор физико-химических исследований нефти, к.х.н., с.н.с.**

**Варфоломеев М.А.**

**e-mail: vma.ksu@gmail.com**

# ПРИГЛАШЕННЫЕ ЗАРУБЕЖНЫЕ СОТРУДНИКИ



**Sergey P. Verevkin**  
**HI=34, University of Rostock, Germany**



**Mustafa Versan Kok**  
**HI=28, Middle East Technical University, Ankara, Turkey**



**Vladimir N. Emel'yanenko**  
**HI=19, University of Rostock, Germany**



**Wojciech Marczak**  
**HI=15, Institute of Occupational Medicine  
and Environmental Health, Poland**



**Dmitry G. Zaitsau**  
**HI=14, University of Rostock, Germany**



# ЗАРУБЕЖНЫЕ КОНСУЛЬТАНТЫ



**Anthony Kavscek**  
**HI=26, Stanford University, USA**



**Jean Charles De Hemptinne**  
**HI=19, IFP Energies nouvelles, Paris, France**



**Gordon Moore**  
**HI=16, University of Calgary, Canada**



**Malcolm Greaves**  
**HI=14, University of Bath, UK**





# ЗАРУБЕЖНЫЕ КОНСУЛЬТАНТЫ



**John Belgrave**  
**HI=10, Belgrave Oil and Gas Corp, Canada**



**Louis Castanier**  
**HI=10, Stanford University, USA**



**Alex Turta**  
**HI=8, Alberta Innovates - Technology Futures, Canada**



**Claude Gadelle**  
**Xytel, USA**



**Rafael Lugo**  
**HI=6, IFP Energies nouvelles, Paris, France**



## Сотрудники «НИЛ Внутрипластовое горение»



*Исаков Д.Р.  
к.х.н., с.н.с.*



*Галухин А.В. н.с.  
к.х.н*



*Ракипов И.Т.  
м.н.с.,  
аспирант*



*Нагриманов Р.  
Н. м.н.с.,  
аспирант*



*Хачатрян А.А. м.н.с.,  
аспирант*



*Ерохин А.А. м.н.с.,  
аспирант*

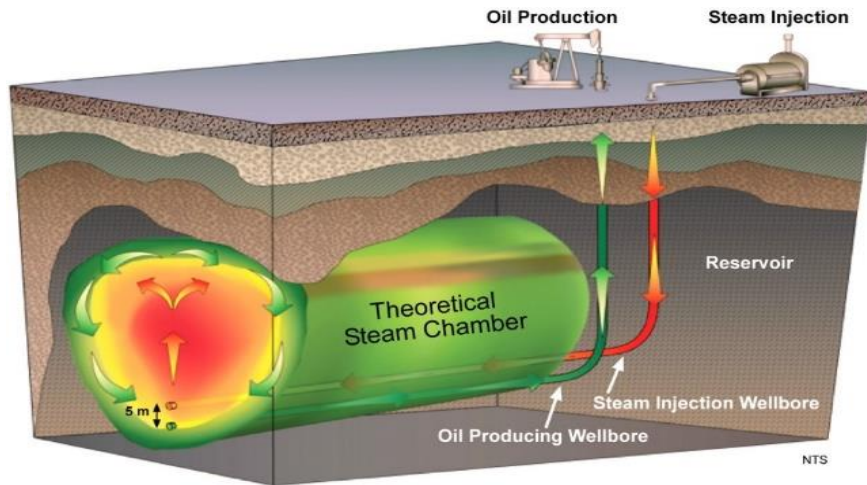


*Мазитова А.А. м.н.с.*



*Хафизов Р.Р м.н.с.*

# ПАРТНЕРЫ



French Institute of Petroleum (IFP), France;  
 Middle East Technical University, Turkey;  
 University of Rostock, Germany;  
 University of North Texas;  
 University of Cambridge, UK;  
 Texas A&M University, USA;  
 Alberta Innovates Technology Futures, Canada;  
 University of Alberta, Canada;  
 University of Calgary, Canada;  
 CNRS Lyon University, Lyon, France;  
 Xytel Inc. USA.

РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина;  
 ИОФХ им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН;  
 Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН;  
 ОАО «РИТЭК»;  
 ОАО «НИИнефтепромхим»;  
 ОАО «Зарубежнефть»;  
 ОАО «Газпромнефть»;





# Схема процесса тепловых процессов

## 2. ПИРОЛИЗ И ПЛАВЛЕНИЕ НЕФТИ И БИТУМА (ДРУГИЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ)

Теплота ( $Q$ ,  $\Delta H$ )  
Давление ( $p$ )  
Состав  
Химические реакции  
Теплоемкость  
Кинетика



(Температура, затрачиваемая  
теплота процесса и т.д.)

Вязкость  
Плотность  
Текучесть  
Проницаемость и  
пористость породы

## 1. ГОРЕНИЕ НЕФТИ И БИТУМА (НЕБОЛЬШАЯ ЧАСТЬ)



(Температура, количество  
кислорода или воздуха и т.д.)

## 3. ДОБЫЧА НЕФТИ И БИТУМА





# Основные направления исследований



## Шаг 1.

Исследование тепловых процессов и физико-химических свойств нефти при нагревании и высоком давлении на лабораторных установках. Установление общих соотношений «структура – свойство».

## Шаг 2.

Изучение влияния состава нефти, свойств породы, введение катализаторов и металлических добавок на эффективность тепловых процессов.

## Шаг 3.

Разработка и конструирование реакторов и труб горения, моделирующих реальные свойства нефтяных пластов. Оптимизация технологии внутрипластового горения на данных установках.



# **Первый этап исследований.**

**Первичный скрининг технологии тепловых процессов на различных по составу и свойствам нефтях и нефтесодержащих породах с использованием методов термогравиметрии (ТГА), дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК) и систем совмещенного термоанализа:**

- 1. Оценка кинетических параметров**
- 2. Оценка температуры начала реакции**
- 3. Оценка тепловых эффектов**
- 4. Оценка термической стабильности нефти**
- 5. Влияние состава и свойств нефти (вязкость, плотность) на параметры процесса**
- 6. Оценка состава отходящих газов**
- 7. Оценка потенциала применения тепловых методов в первом приближении**

## DSC 214 Polyma Netzsch



- Температурный диапазон: - 170 ÷ 600°C
- Скорость нагрева: от 0,001 K/мин до 500 K/мин
- Измерения в различных газовых средах: инертные: N<sub>2</sub>, благородные газы, восстановление: H<sub>2</sub> окисление: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, воздух и другие газы
- Встроенные контроллеры газовых потоков (до трех газов)

Позволяет изучать температуры и энергетику процесса кристаллизации парафинов (парафиноотложение) при низких температурах.

## DSC 204 HP Phoenix Netzsch



- Широкий интервал давлений: от 0.1 до 15 МПа (150 атм.),
- Тонкая регулировка давления (напр. 10 МПа ± 0.002 МПа),
- Температурный диапазон (в зависимости от типа газа):
  - -150 ... 600°C (при 1 атм.)
  - -90 ... 600°C (при 50 атм.)
  - -50... 450°C (при 150 атм.),
- Скорость нагрева: 0.01... 100 K/мин,
- Измерения в различных газовых средах: инертные: N<sub>2</sub>, благородные газы, восстановление: H<sub>2</sub> окисление: O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, воздух и другие газы,
- Точная регулировка газового потока до 500 мл/мин,

Позволяет изучать энергии фазовых переходов и реакций при различных давлениях и температурах, в том числе процессы окисления и пиролиза.

## TG 209 F1 Libra Netzsch



- Температурный интервал: 10 - 1100°C,
  - Скорость нагревания/охлаждения: 0.001 - 200 K/мин,
  - Время охлаждения: 12 мин (с 1100°C до 100°C),
  - Широкий измерительный диапазон по массе: до 2000 мг,
  - Разрешение: 0.1 мкг,
  - Встроенный контроллер газового потока на две линии для продувочных газов и одну линию для защитного газа,
- Позволяет изучать термическую стабильность веществ, процессы окисления и пиролиза, определять кинетические параметры с использованием различных моделей

## MicroDSC7 evo Setaram



- Температурный интервал: от -45°C до 120°C
  - Скорость нагревания/охлаждения: от 0.001 до 2 K/мин
  - Объем ячейки: 1 мл,
  - Виды ячеек: стандартная ячейка, ячейка для изучения процессов смешивания, ячейка высокого давления.
- Позволяет измерять теплоемкость различных материалов и индивидуальных химических веществ.

# STA 449C Jupiter+QMS 403C Aeolos Netzsch



- Температурный диапазон: комн. – 1500°C
- Скорость нагрева и охлаждения: 0,01 К/мин – 50 К/мин
- Диапазон взвешивания: 5000 мг
- Атмосфера: инертная, окислительная, восстановительная, статичная, динамичная
- Совмещение с масс-спектрометром через нагреваемый адаптер
- Оснащение уникальной системой PulseTA®

Измеряемые величины: теплоемкость, тепловой эффект (теплота, энтальпия) и температура плавления, кристаллизации, рекристаллизации, фазовых переходов, перехода стеклования, химических реакций, температура термического разложения, потеря массы, остаточная масса, температуры окисления. Наличие масс-спектрометра позволяет проводить анализ газов – продуктов термического анализа.

**Термогравиметрический анализатор +  
дифференциально-сканирующий калориметр +  
масс-спектрометр (три блока в одном приборе)**

## Стоимость:

### Совмещенный ТГА-ДСК-МС

• Анализ одного образца нефти при одной скорости нагрева 10 °С/мин в инертной атмосфере (аргон) с идентификацией газообразных продуктов от 12 до 150 г/моль от комнатной температуры до 600 °С с первичной обработкой данных (ДСК-, ТГ-, ДТГ-, МС-кривые). Определение интервала стабильности образца, диапазонов потерь массы, фракционного состава, предоставление отчета – **3 200 рублей**

Кинетический анализ 1 образца при трех скоростях нагрева (5 °С/мин, 10 °С/мин, 15 °С/мин) в инертной атмосфере (аргон) с идентификацией газообразных продуктов от 12 до 150 г/моль от комнатной температуры до 600 °С с первичной обработкой данных (ДСК-, ТГ-, ДТГ-, МС-кривые при трех скоростях нагрева). Анализ полученных данных по общепринятым кинетическим моделям, определение кинетических параметров процессов деструкции и испарения нефтяных компонентов, предоставление отчета – **7 500 рублей**

### ДСК

• 1 анализ при одной скорости нагрева 10 °С/мин в инертной или окислительной атмосфере (азот, воздух) от комнатной температуры до 600 °С с первичной обработкой данных (ДСК-кривые, изменение теплоемкости) – **1 900 рублей** (при работе в низких температурах до -170°С – **2 500 рублей**)

• Кинетический анализ 1 образец при трех скоростях нагрева (5 °С/мин, 10 °С/мин, 15 °С/мин) в инертной или окислительной атмосфере (азот, воздух) от комнатной температуры до 600 °С с первичной обработкой данных (ДСК-кривые, изменение теплоемкости) – **5 700 рублей** (при работе в низких температурах до -170°С – **7 500 рублей**)

### ТГА

• 1 анализ при одной скорости нагрева 10 °С/мин в инертной или окислительной атмосфере (азот, воздух) от комнатной температуры до 1100 °С с первичной обработкой данных (ТГА- и ДТГ-кривые) – **1 900 рублей**

• Кинетический анализ 1 образец при трех скоростях нагрева (5 °С/мин, 10 °С/мин, 15 °С/мин) в инертной или окислительной атмосфере (азот, воздух) от комнатной температуры до 1100 °С с первичной обработкой данных (ТГА- и ДТГ-кривые при трех скоростях нагрева) – **5 700 рублей**





## **Второй этап исследований.**

**Проведение термических преобразований в условиях близких к пластовым методом адиабатической реакционной калориметрии (АРК):**

- 1. Эксперименты при давлении до 200 бар (возможно фиксировать процессы до 600 бар)**
- 2. Температура самовоспламенения нефти**
- 3. Изменение температуры в процессе**
- 4. Скорость изменения температуры (саморазогрев системы)**
- 5. Изменение давления в процессе**
- 6. Скорость изменения давления**
- 7. Тепловые эффекты в ходе процесса**
- 8. Кинетические параметры**
- 9. Время, когда скорость реакции максимальна**
- 10. Ввод катализаторов в процессе и оценка каталитической активности**





# **Accelerating Rate Calorimeter ARC® 254** **(Адиабатическая реакционная** **калориметрия)**



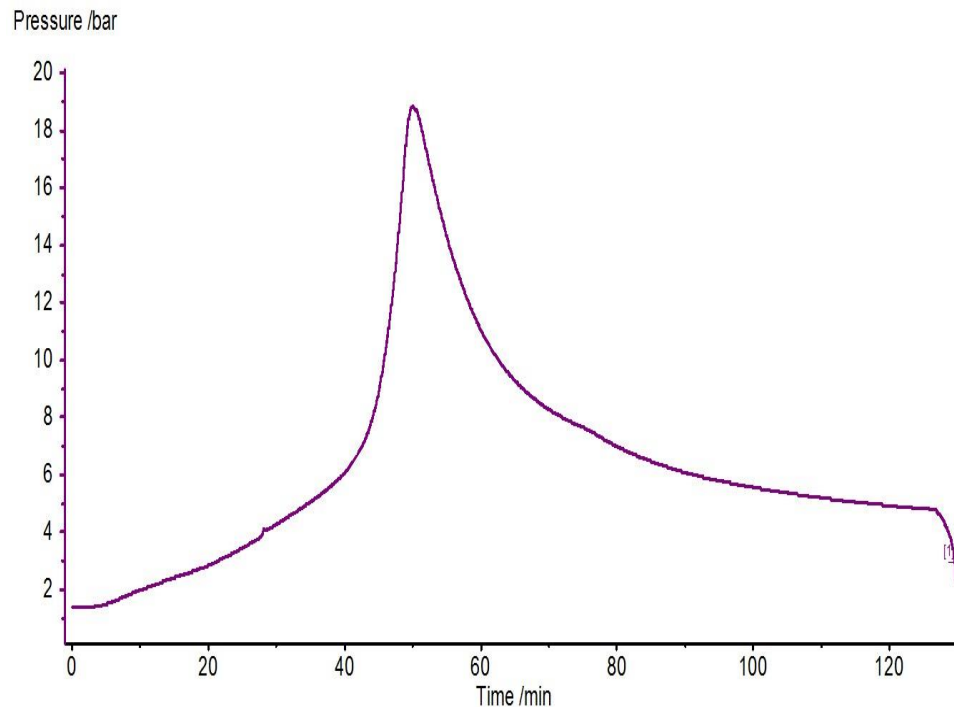
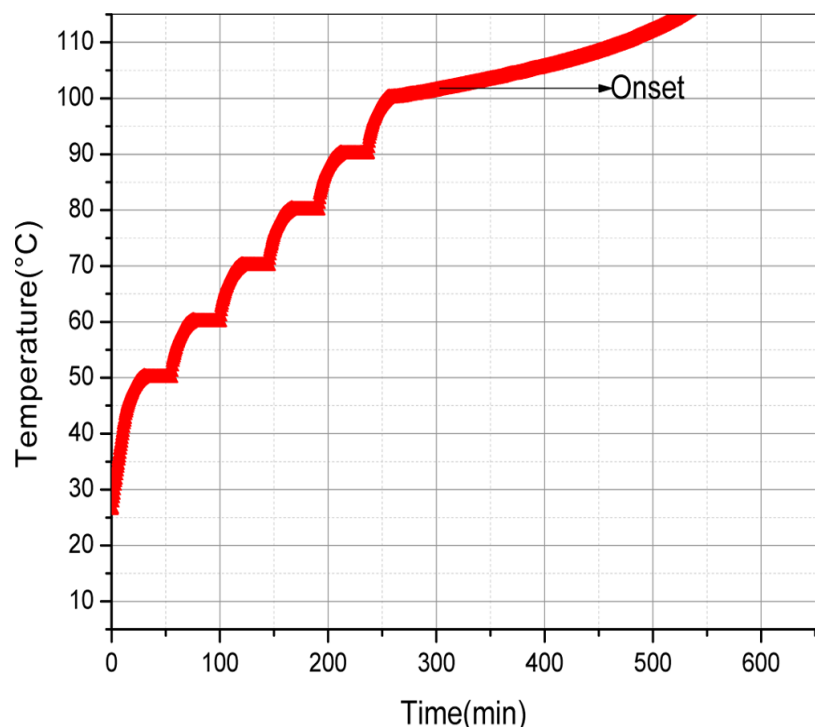
Предназначен для физико-химического изучения процессов окисления и пиролиза нефти и битумов, а также поведение энергоемких и взрывчатых веществ. Оборудован модулем VariPhi, который позволяет изучать реакции в различных режимах, и системой подачи жидких и газообразных веществ в ходе эксперимента.

Скорость нагревания: 0,01 - 10 °С /мин

Интервал температур: 0-550 °С

Интервал давления: 0-600 бар

Объем образца: 0,5 – 130 мл



## Стоимость:

Стоимость работы на адиабатическом калориметре обсуждается в каждом индивидуальном случае, поскольку прибор способен работать при разных режимах, температурах и давлениях, осуществлять кинетический анализ и т.д. Работы можно провести при минимальной стоимости заказа **от 63 000 рублей** для ячеек объемом 7 мл и **от 125 000 рублей** для ячеек объемом 130 мл.

Полный комплекс исследования одного образца, включающий поиск реакции, определение давления и температуры реакции, кинетический анализ (эксперимент при трех скоростях и определение энергии активации, порядок реакции и т.д.) в режимах сканирующий, изотермический, нагрев-ожидание-поиск, адиабатический, а также интерпретацию результатов – **125 000 рублей**.



# Калориметр сгорания ИКА С6000

- 1. Оценка теплотворной способности нефти**
- 2. Оценка термодинамической эффективности ВПГ**





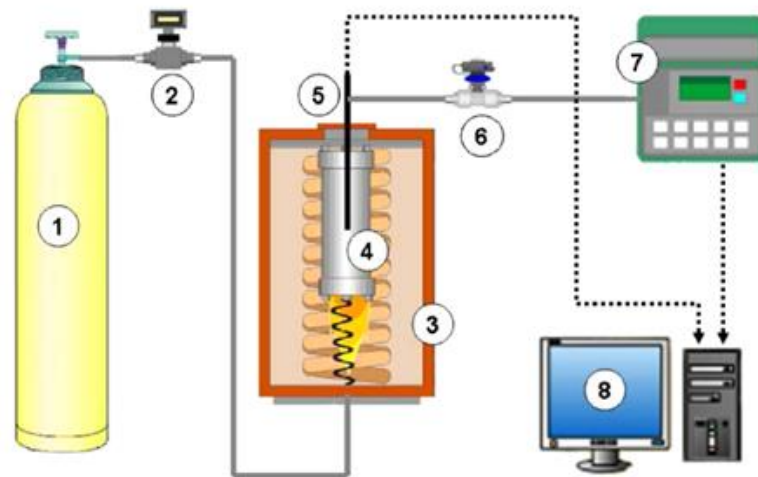
## **Третий этап исследований.**

**Заключительный этап изучения параметров процесса окисления нефти в условиях, максимально приближенных к пластовым на установке RTO:**

- 1. Оценка кинетических параметров окисления нефти в пористых средах и их зависимости от степени конверсии нефти.**
- 2. Оценка количества кокса, образующегося в ходе пиролиза**
- 3. Оценка влияния компонентов породы и каталитических добавок на процессы окисления нефти в пластовых условиях**
- 4. Влияние состава и свойств нефти (вязкость, плотность) на параметры процесса**



## Установка для изучения окисления нефти при линейном изменении температуры (RTO)



- 1 - система подачи газа, 2 - контроллер газового потока, 3 - электрическая печь, 4 - реактор, 5 - термопара, 6 - контроллер давления, 7 - газоанализатор, 8 - компьютер

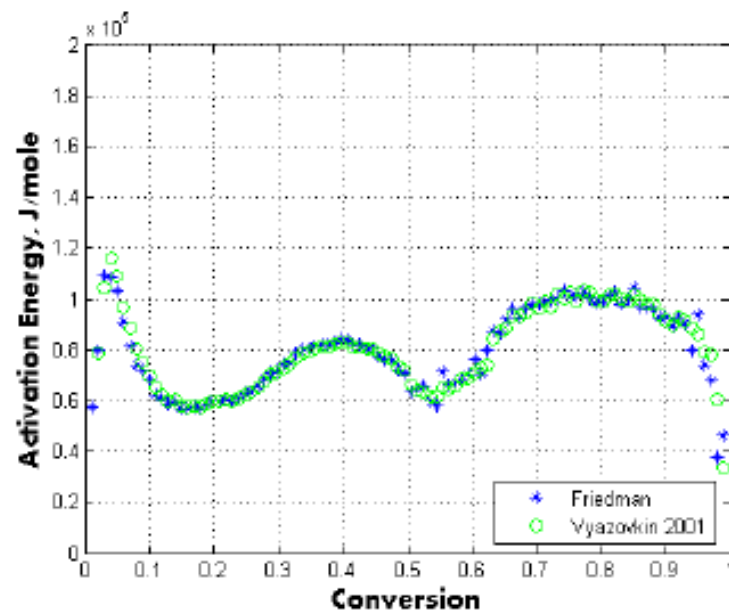
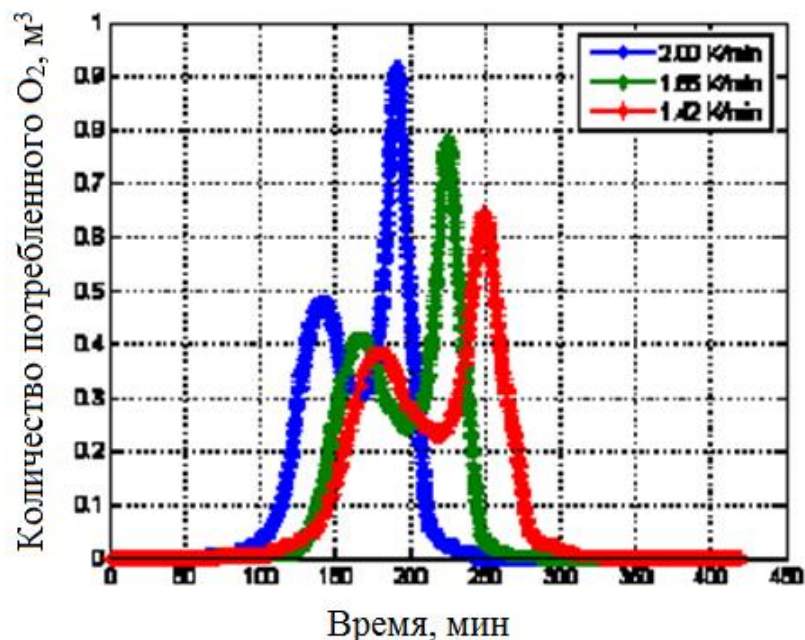
Прибор предназначен для моделирования условий внутрипластового горения, изучения кинетики окисления нефти в пористых средах (энергия активации), оценки количества образующегося кокса. Позволяет оценить пригодность месторождения к его разработке методом ВПГ.





## Получаемые данные:

1. Контролируемый нагрев нефтенасыщенной породы в поршневом реакторе одномерного потока в среде воздуха. Контроль температуры, скорости потока воздуха, оценка скорости движения фронта горения
2. Оценка кинетических параметров ВПГ и их зависимости от степени конверсии нефти.
3. Оценка количества кокса, образующегося в ходе пиролиза.
4. На основании полученных данных делается заключение о возможности использования метода ВПГ для разработки конкретного месторождения.





## **Дополнительные исследования**

- 1. Оборудование для изучения реологических свойств нефти.**
- 2. Оборудование для изучения поверхностных свойств нефти и нефтесодержащей породы.**
- 3. Оборудование для измерения и контроля магнитных свойств нефтенасыщенной породы (разработка методов наземного контроля за движением фронта горения).**
- 4. Оборудование для анализа структуры и состава нефти, породы и катализаторов.**
- 5. Реакторы акватермолиза.**

# Реометр MCR Rheometer MCR 302



**Anton Paar, Австрия**

## Область применения:

**Низковязкие и высоковязкие вещества, нефть, битумы, нефтепродукты, дорожные покрытия, асфальт, смолы, растворы полимеров, гелеобразные материалы**

Температура измерения: -40 до 400 °C

Давление: 1-300 атм

Режимы: осцилляционный, ротационный

Диапазон нормальной силы  $H$  - 0.01 - 50 (+0.005)

Определение зависимости напряжения сдвига от скорости сдвига в режимах:

- управления скоростью сдвига;
- управления напряжением сдвига.

Определение модулей упругости и модулей потерь консистентных, вязкоупругих и упругих материалов при колебательных испытаниях в режимах:

- развертки амплитуды при управлении деформацией или напряжением

Определение податливости консистентных, вязкоупругих и упругих материалов в режимах:

- постоянной деформации сдвига; – постоянного напряжения сдвига.

Измерение нормальных напряжений в диапазоне - 50...50 Н.

Определение реологических свойств при изменении величины зазора с задаваемой скоростью или с задаваемой нормальной силой.

Динамическая вязкость

Торсионные углы, исследования нагрузок на материалы



# Вискозиметр Stabinger Viscometer: SVM 3000



**Anton Paar, Австрия**

## Воспроизводимость:

вязкость  $\pm 1\%$

плотность  $\pm 0,0005 \text{ г/см}^3$

температура  $\pm 0,02 \text{ }^\circ\text{C}$

Объем образца: 2,5 мл

Ячейка с автоподатчиком и подогреваемым входом

## Измеряемые параметры:

Динамическая вязкость(мПа.с): 0,5 -20 000.

Плотность ( $\text{г/см}^3$ ): 0,65 – 3,00

API gravity

Кинематическая вязкость

Индекс вязкости

Температурный диапазон: 15 – 105  $^\circ\text{C}$

## Область применения:

Моторные масла, дизельные топлива, нефть, битумы, растворы и др.

# Центр превосходства в области новых технологий добычи высоковязкой нефти и природных битумов

✓ НИЛ «Каталитический акватермолиз»



*НИЛ «Каталитический акватермолиз»*

*к.т.н., с.н.с., Вахин А.В.*

тел. +7 987 001 07 81

e-mail: vahin-a\_v@mail.ru

# Сотрудники



*Петровнина М.С. м.н.с.  
НИЛ «Каталитический  
акватермолиз»*



*Ситнов С.А. м.н.с.  
НИЛ «Каталитический  
акватермолиз»*



*Онищенко Я.В. м.н.с.  
НИЛ «Каталитический  
акватермолиз»,  
аспирант*



*Феоктистов Д.А. м.н.с.  
НИЛ «Каталитический  
акватермолиз»*



# Реактор смешения Parr Instruments

**Объем реакционного сосуда: 300 мл, 900 мл,**

**Загрузка образца нефти 50-200 мл, 100-500 мл**

**Максимальное рабочее давление до 3000 psi (140 бар)**

**Максимальная рабочая температура до 350°C**



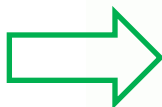
**Моделирование паротепловой обработки пласта может быть проведено с «чистой» нефтью или с использованием измельченного образца керна, либо на образце нефти с добавлением отдельных составляющих породы-коллектора (при отсутствии керна с данного месторождения), либо с образцом нефтерастворимого катализатора при тестировании методов каталитической интенсификации.**

**По результатам модельного эксперимента определяются критерии эффективности паротепловой обработки месторождения тяжелой нефти.**

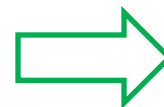
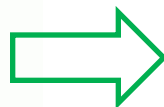


## Виды услуг по получению и исследованию катализаторов внутрипластовой переработки тяжелых нефтей

1. Разработка методов получения новых эффективных катализаторов.
2. Изучение физических и химических характеристик полученных катализаторов.
3. Лабораторные испытания каталитической активности на образцах тяжелых нефтей, а также моделирование условий внутрипластовой переработки на установке RTO.
4. Исследование каталитической активности компонентов породы пласта.
5. Масштабирование методик получения катализаторов в количествах необходимых для проведения последующих полевых испытаний.



© Fotomena.com





## **Разработки в области термокаталитической внутрипластовой обработки нефти**

- 1. Разработка прекурсоров нефтерастворимых катализаторов, способных ускорять процессы окисления нефти в пористых средах**
- 2. Оценка их эффективности методами термохимического анализа**
- 3. Выявление зависимостей типа «состав-свойство» и «структура-свойство» на основании полученных данных**

