



ООО "ФИАНУМ"

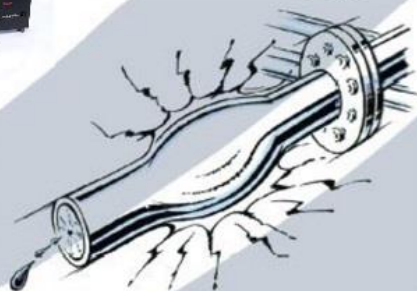
Ленинский пр., 49, Москва, 119334

Тел.: +7 (495) 205-16-62

E-mail: sales@fianum.ru

**Инновационный экспериментальный
комплекс для исследования АСПО,
солеотложений, газогидратов и
противотурбулентных присадок**

 **PSL Systemtechnik**
Germany



Содержание

Исследовательский стенд Flocculation Titrimeter System FT 5	3
Исследовательский стенд Cold Finger CF 15120	7
Исследовательский стенд Wax Flow Loop WL	11
Исследовательский стенд Differential Scale Loop DSL	18
Специализированный высокотемпературный вискозиметр высокого давления для исследования высоковязкой нефти HPV	21
Системы исследования газовых гидратов Gas Hydrate Autoclaves GHA 200 и GHA 350	25
ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ	29
Система исследования газовых гидратов Sapphire Rocking Cell System (RCS)	30
Система исследования газовых гидратов Rocking Cell System (RC5)	34
Исследовательский стенд Turbulence Rheometer (TR)	37
Исследовательский стенд Dynamic Stability Loop DySL	40



ВВЕДЕНИЕ

Проблема отложения парафинов, смол является одной из основных проблем, снижающих производительность оборудования, межремонтный период работы скважин и осложняющих процесс нефтедобычи. Способы борьбы с осложнениями требуют привлечения существенных трудовых и экономических ресурсов. Наличие достоверных и непротиворечивых данных о геологических и технологических параметрах работы скважин, а также физико-химических свойствах флюидов, является необходимым условием для разработки и внедрения новых технологий предотвращения асфальто-смоло-парафиновых образований (АСПО) и управления процессами разработки месторождений трудно извлекаемых запасов.

Необходимые данные для поиска решений данной проблемы могут быть получены благодаря уникальному комплексу лабораторных приборов, сформированному специалистами Аргоси!

Асфальто-смоло-парафиновые образования (АСПО)

Нефтепромысловые асфальто-смоло-парафиновые образования представляют собой смесь высокомолекулярных соединений, состоящих из парафина, смол, асфальтенов, пиридинов, а также минеральных веществ в виде растворов солей или коллоидно-диспергированных соединений. В состав отложений входит и вода, количество которой достигает в некоторых случаях 25-30% объема этих отложений.

- Парафины - смесь твердых предельных углеводородов с числом атомов углерода в молекуле от C₂₀ до C₄₀- Растворяются в насыщенных (парафиновых) углеводородах: пентане, гексане, гептане и др.
- Смолисто-асфальтеновые вещества представляют собой смесь высокомолекулярных соединений, состоящих из конденсированных циклических структур, содержащих нафтенные, ароматические и гетероциклические кольца с боковыми алифатическими цепями.

Парафиновые отложения. Парафины, в основном представлены углеводородами с числом атомов углерода в молекуле от 22 до 28. Молекулы n-алканов при охлаждении формируют кристаллы. В кристалле они имеют форму плоских зигзагообразных цепей высокомолекулярных n-алканов, параллельных между собой.

Необходимыми условиями формирования парафиновых отложений являются:

- ◆ наличие в нефти высокомолекулярных соединений углеводородов и в первую очередь метанового ряда (парафинов);
- ◆ снижение давления до давления насыщения;
- ◆ снижение температуры потока до значений, при которых происходит выделение твердой фазы из нефти;
- ◆ наличие подложки с пониженной температурой, на которой кристаллизуются высокомолекулярные углеводороды с достаточно прочным сцеплением их с поверхностью, исключающим возможность срыва отложений потоком газожидкостной смеси или нефти при заданном технологическом режиме.

Асфальтены – набор больших гетероциклических макромолекул, содержащих углерод, водород, серу, азот и кислород. Также они содержат небольшое количество металлов и имеют молекулярную массу, варьирующуюся от 500 до нескольких тысяч. Принято полагать, что асфальтены удерживаются в нефти в виде коллоидной суспензии полярными смолами. Стабильность этой коллоидной суспензии будет зависеть от изменений температуры, давления или концентрации газа. Выпадение асфальтенов будет зависеть от относительного содержания асфальтенов, смол и неполярных предельных углеводородов.

Выпадение асфальтенов в продуктивном пласте может привести к проблемам разного рода. Самое распространенное проявление – это отложение твердых асфальтенов в сепараторе продукции. Более серьезная проблема возникает, когда асфальтены выпадают в скважине, между перфорационными отверстиями и устьем скважины. В самых неблагоприятных случаях асфальтены, закупоривая поровые каналы пород залежи, нарушают обратную проницаемость и могут привести к полному закрытию скважины. Определение давления флокуляции асфальтенов в пластовых условиях и изучение влияния газа подъемника или закачиваемого газа на стабильность флюида могут принести ценную информацию на таких стадиях разработки месторождения, как разведка и оценка. Эти измерения дадут возможность инженерам спроектировать оборудование для добычи и управлять разработкой пласта, минимизируя какие-либо сложности со скважиной и месторождением и оптимизируя добычу сырой нефти.

Газогидраты

Газовые гидраты – соединения включения, в которых молекулы газа заключены в кристаллические ячейки, состоящие из молекул воды, удерживаемых водородной связью. В зависимости от условий образования и состояния гидратообразователя внешне гидраты выглядят в виде четко выраженных прозрачных кристаллов разнообразной формы. Гидраты, полученные в турбулентном потоке, представляют собой аморфную массу плотно спрессованного снега.

В практических условиях добычи и транспортирования природных газов в большинстве случаев образуются смешанные гидраты, в состав которых входят двойные гидраты структуры II, большие полости которых заняты пропаном и изобутаном, а малые — метаном, сероводородом, углекислотой и другими газами, а также простые гидраты структуры I, состоящие из метана, этана, сероводорода, углекислоты и т. д., — при их избытке.

Месторождения, расположенные в северной части Российской Федерации, в районах распространения в верхней части геологического разреза многолетнемёрзлых пород (на глубинах до 500 м), характеризуются отрицательными температурами верхних пластов. Это способствует охлаждению потока продукции скважины, движущейся по НКТ. При длительных простоях в скважинах на глубинах до 600 - 800 м могут образоваться парафиногидратные и гидратные пробки.

Образование кристаллогидратов происходит в условиях относительно низких температур и повышенных давлений при наличии воды и газа, содержащего гидратообразующие компоненты: метан, этан, пропан, бутан, азот, углекислоту, сероводород и др. Углеводородные компоненты – пентан и более тяжелые, содержащиеся в пластовых нефтях, кристаллогидратов не формируют, поскольку размеры их молекул превосходят размеры полостей, образуемых ассоциированными молекулами воды. Перечисленные факторы обуславливают гидратообразование как в газовых, так и в нефтяных скважинах.

Кроме того, в стволах нефтяных скважин формированию гидратов способствуют: наличие в газожидкостном потоке мехпримесей и взвешенных кристаллов парафина, играющих роль центров кристаллизации, а также отложения парафина на стенках лифтовых труб, создающие местные сужения, что приводит к повышению перепада давления, снижению температуры и интенсификации процесса гидратообразования.

Солеотложения

В технологических процессах различных отраслей промышленности происходит отложение солей и иных осадков на оборудовании. Солеобразование в процессе разработки и эксплуатации нефтяных месторождений является сложнейшей проблемой. Отложение солей приводит к порче насосных установок, закупориванию трубопроводов и внутренних поверхностей оборудования. Солеобразования могут развиваться в порах пород призабойной зоны, снижая их проницаемость. В состав отложений входит гипс, кальцит, барит. В виде примесей в отложениях встречаются сульфид железа, твердые углеводородные соединения нефти, кварцевые и глинистые частицы породы. Источником выделения солей являются пластовые воды, добываемые совместно с нефтью, в которых, в результате изменения температуры и давления, содержание неорганических веществ оказывается выше предела насыщения.

Обычно солеотложения представляют собой смесь одного или нескольких основных неорганических компонентов с продуктами коррозии, частицами песка, причем отложения пропитаны или покрыты асфальто-смоло-парафиновыми веществами. Без удаления органической составляющей солеотложений невозможно успешно провести обработку скважин.

Исследовательский стенд Flocculation Titrimeter System FT 5

производства компании PSL Systemtechnik



Общий вид системы

Flocculation Tester FT5 Система определения твердофазных парафинов и асфальтенов в нефти оптическим методом

Применение:

- ◆ Определение центров хлопьеобразования
- ◆ Исследование процесса осаждения асфальтенов и парафинов
- ◆ Определение наличия твёрдой фазы
- ◆ Исследование нефти в динамическом режиме
- ◆ Применим для очень тёмной нефти
- ◆ Работает самостоятельно или при помощи компьютера
- ◆ Нет необходимости разжижать (после разжижения сырого образца рекомендуется подождать 40-80 часов для установления фазового равновесия)

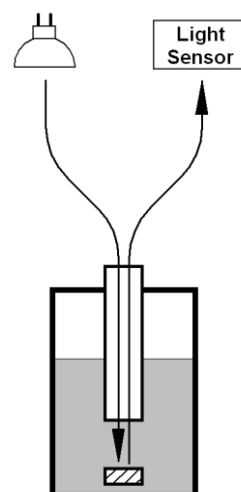
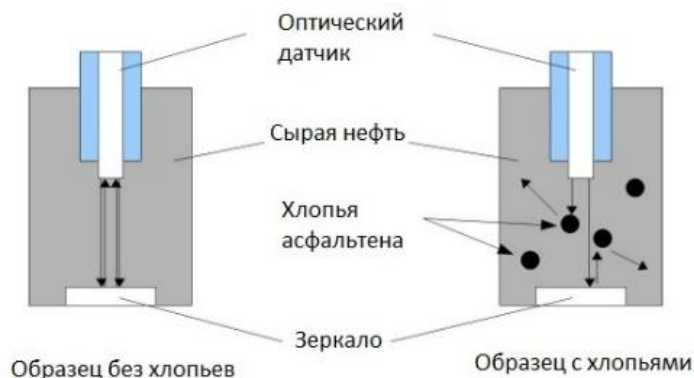


В полевом исполнении

Технические характеристики:

Светочувствительность:	0.005 лк
Температурный диапазон	до +200°C (+392°F)
Встроенный температурный датчик	PT100
Разветвлённый световод оптического датчика	
Оптический датчик для работы в условиях давления окружающей среды,	нержавеющая сталь
Напряжение	110/240 В, частота 50/60 Гц

Схема установки



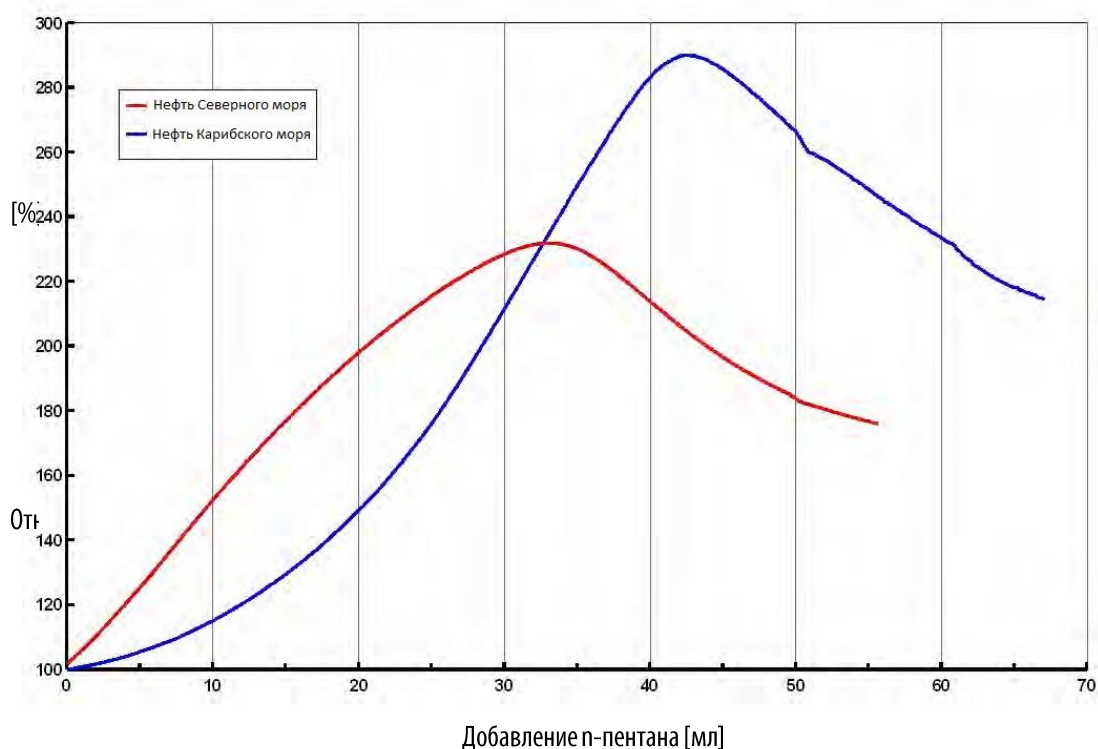
Принцип работы прибора

Если проба, в которой содержатся асфальтены, титруется осаждающим веществом, то химический баланс изменяется до тех пор, пока не завершится процесс выпадения асфальтенов. До этого момента проба просто разжижается, что может наблюдаться благодаря увеличению частичной светопрозрачности. Это происходит в связи с тем, что проба становится оптически «тоньше», то есть пропускает больше света.

Как только асфальтены образуют хлопья (коллоиды), они начинают рассеивать свет. В связи с этим рассеиванием, меньше света может пройти через пробу, что приводит к понижению светопрозрачности пробы.

После этого параллельно проходят 2 явления: с одной стороны, дальнейшее разжижение пробы в связи с титрацией жидкости (поэтому растёт градиент), а с другой происходит выпадение асфальтенов, что приводит к увеличению рассеивания света, то есть уменьшению светопрозрачности. Разжижение является практически постоянным процессом. Осаждение начинается медленно, затем происходит быстрее и достигает постоянного значения, когда процесс завершается.

Совмещение двух процессов показывается на типичной измерительной диаграмме:



На ней можно увидеть линейное увеличение светопрозрачности вначале, затем уменьшение градиента до максимальной критической точки, после которой градиент начинает падать. Это падение означает начало выпадения асфальтенов. Количество асфальтенов в исходной пробе может быть вычислено из соотношения между объёмом пробы и осаждающего вещества в точке начала осаждения. Дальнейшая титрация приводит к образованию большего количества кристаллов асфальтена, в результате которого происходит уменьшение частичной светопрозрачности и падение градиента. Процесс завершается, когда все растворенные в пробе асфальтены кристаллизуются. Этот момент отражает минимальная критическая точка на диаграмме. Дальнейшая титрация приводит только к разжижению пробы, а не к увеличению осаждения. Об этом свидетельствует дальнейшее увеличение светопрозрачности и увеличение измерительного градиента.

Дополнительное оборудование для проведения исследований под давлением окружающей среды

Испытательная установка для лабораторных условий

- ♦ Испытательная камера с внутренним объёмом 265 мл, алюминий, для операций без дополнительного давления, максимальная температура +80 °C (176 °F)
- ♦ Оптический датчик, нержавеющая сталь

- ◆ Резервуар с двойной оболочкой, термически изолированный
- ◆ Порты для оптического датчика, температурного датчика, входное и выходное отверстие для титрования
- ◆ Адаптер для датчика PT100
- ◆ Специальные стеклянные стаканы (2 шт.)
- ◆ Встроенная магнитная мешалка, управляемая компьютером
- ◆ Трубы, соединительные части и адаптеры для входа/выхода

Дозирующий Насос – для создания внешнего давления

Дозирующий насос для титрования и смешивания

- ◆ Точная индикаторная диаграмма насоса
- ◆ Для титрования и смешивания с конденсатом / дизелем / светлой нефтью
- ◆ Максимальный расход 30 мл/мин
- ◆ Головка насоса из ПВДФ, диафрагма и уплотнитель из фторкаучука
- ◆ Полное компьютерное управление при помощи программного обеспечения PSL WinFloc
- ◆ 230 В / 50 Гц (возможно 110 В / 50 Гц)

Титровочный Насос – для создания внешнего давления

Высокоточный дозирующий насос

- ◆ Максимальный расход 150 мл/мин, цена деления 0.001 мл
- ◆ Стеклянная / керамическая головка насоса, фторированный этилен- пропилен, ПТФХЭ / ПТФЭ
- ◆ Полное компьютерное управление при помощи программного обеспечения PSL WinFloc
- ◆ 230 В / 50 Гц (возможно 110 В / 50 Гц)

Дополнительное оборудование для испытаний при высоком давлении

Испытательная установка для условий восходящего потока

- ◆ Максимальное давление 700 бар (70 МПа, 10000 psi), максимальная температура 150 °C (302 °F)
- ◆ Оптический датчик, работающий под давлением 700 бар (70 МПа), совместимая с устьевым металлическим оборудованием
- ◆ Резервуар для высокого давления, внутренний объём 265 мл, высококачественная нержавеющая сталь
- ◆ Специальная зажимная головка для легкого открытия / закрытия
- ◆ Резервуар с двойной оболочкой, термически изолированный
- ◆ Порты для оптического датчика, температурного датчика, входное и выходное отверстие для титрования
- ◆ Датчик давления, датчик измерения температуры при высоком давлении PT100 1/8" NPT
- ◆ Специальные стеклянные стаканы (2 шт.)
- ◆ Сменный корпус для восстановления пробы
- ◆ Встроенная магнитная мешалка, управляемая компьютером
- ◆ Трубы, соединительные части и адаптеры для впуска/выпуска, клапаны, разрывная мембрана
- ◆ Удовлетворяет требованиям указанию ЕС «EC Directive 97/23/EG» и немецкому стандарту для систем давления «AD2008», испытан Немецким Техническим Надзором (TÜV)

Насос высокого давления – для создания высокого давления

Насос высокого давления для титрования

- ◆ ВЭЖХ насос, максимальное давление 700 бар (70 МПа, 10000 psi)
- ◆ Максимальный расход 5 мл/мин
- ◆ Головка насоса из нержавеющей стали, керамическое впускное отверстие, поршневая обратная промывка

- ◆ Полное компьютерное управление при помощи программного обеспечения PSL WinFloc
- ◆ 230 В / 50 Гц (возможно 110 В / 50 Гц)

Программное обеспечение WinFloc

Программное обеспечение для контроля и анализа FT

- ◆ Управление Измерителем Хлопьеобразования FT5
- ◆ Регулирование температуры циркуляционной ванны с возможностью задания настроек температуры (постоянная / переменная температура)
- ◆ Управление расхода и пуском / остановкой насосов для титрования
- ◆ Управление магнитной мешалкой
- ◆ Автоматическое программное управление: установка времени / объёма титрования / предтитрования, прерывание титрования при достижении минимального / максимального значения светопрозрачности, задание общего времени и т.д.
- ◆ Вывод данных на дисплей: изменение температуры изменение светопрозрачности, изменение титрованного объёма
- ◆ Визуализация данных, их экспорт (в Excel), печать, хранение

Циркуляционный термостат

Нагревающий / охлаждающий термостат

- Циркуляционный нагревающий / охлаждающий термостат
- Температурный диапазон -25..+150 °С, точность ± 0.1 °С
- Цифровое управление, PID параметры оптимизированы для резервуара Измерителя Хлопьеобразования FT5
- Полное компьютерное управление при помощи программного обеспечения PSL WinFloc
- 230 В / 50 Гц (возможно 110 В / 50 Гц)

Персональный компьютер

Персональный компьютер с действующей операционной системой

- Dual Core CPU, HDD, DVD, монитор (19")
- Компьютерная мышь, LAN, последовательный интерфейс, английская клавиатура
- Windows 7 English
- 110V-230 V/50-60 Hz (автоматический выбор)
- Установленное программное обеспечение WinCFC (если куплено)

Набор для калибровки температуры

Автоматический набор для калибровки температуры

- Для всех приборов фирмы PSL
- Заменяет услугу повторной калибровки
- Цифровой термометр высокой точности
- Калибровано EA/ILAC
- Набор кабелей



Исследовательский стенд Cold Finger CF 15120

производство компании PSL Systemtechnik



Общий вид системы

Cold Finger CF15 Исследовательский прибор для определения общего количества парафина в нефти.

Применение:

- ◆ Определение степени парафинизации и отложения парафина
- ◆ Определение температуры начала отложения парафина
- ◆ Исследование скорости отложения парафина
- ◆ Разработка ингибиторов парафиновых отложений
- ◆ Оптимизация концентрации ингибитора
- ◆ Контроль качества пробы

Технические характеристики:

- ◆ 5 измерительных ячеек, максимальны объем 80 мл (2.7 жидких унций)
- ◆ "Сухая ванна" из металлической заготовки, +30...120 °C (86...248 °F)
- ◆ Встроенная магнитная мешалка, 0 / 100...2000 об/мин
- ◆ Циркуляционный термостат, температурный диапазон -5...+65 °C*(+23... +149 °F)*, внешняя термостатичность, регулирование температуры с помощью специального Cold Finger- Датчика
- ◆ Равномерное протекание условий среднего охлаждения для одинаковых температур, распределения среднего охлаждения, стержней
- ◆ Алюминиевое оборудование, автоматически открывающийся при нажатии стеллаж, возможность независимого извлечения проб не прерывая испытания
- ◆ Нержавеющая сталь / ПТФЭ (Политетрафторэтилен) / Алюминий
- ◆ Измерение с помощью охлаждающего стержня, выверенный собственный вес, нержавеющая сталь
- ◆ Мензурки для проб 80 мл (2.7 жидких унций), мешалки, запасная мензурка

Простота использования



Легкий доступ к каждой стойке

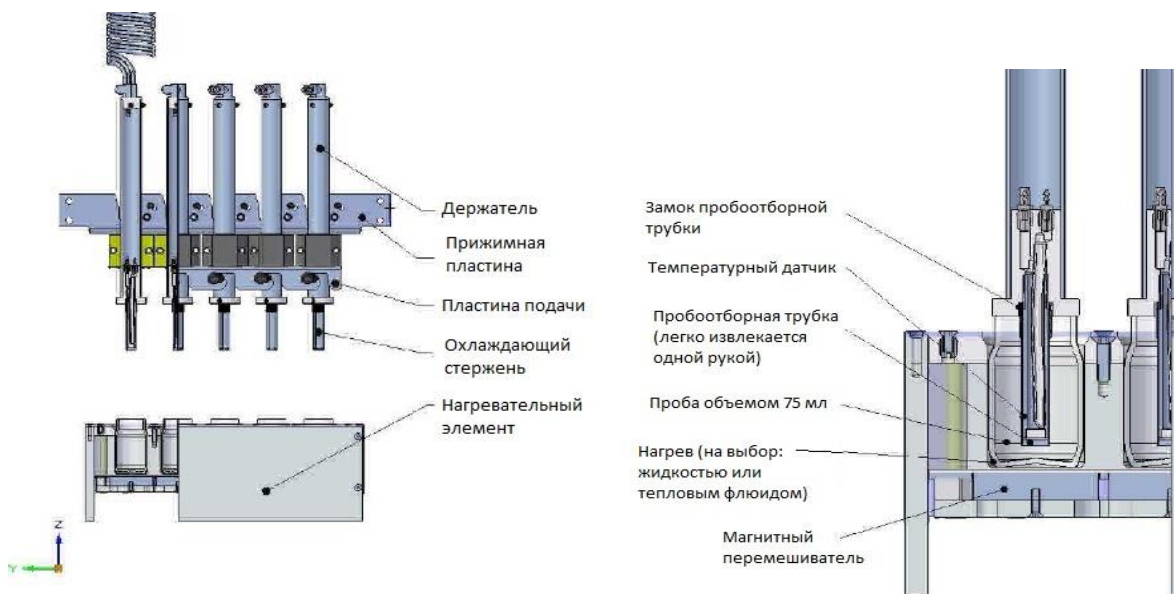


Простое извлечение стержня для взвешивания



Калиброванный стержень упрощает взвешивание

Схема установки



Принцип работы прибора

Процесс осаждения парафинов зависит от многих факторов. Важным фактором является не только температура начала выпадения парафинов (ТНВП), но также важно общее содержание парафина в нефти и сдвиговый эффект осаждения. Измерительный стенд Cold Finger создан для исследования данных факторов.

Измерительный принцип прибора основан на создании разницы температур между охлаждающим элементом (стержнем) и ёмкостью с перемешанной и нагретой нефтью. Терморегулируемый металлический стержень погружается в пробу и медленно охлаждается. Содержащиеся в пробе парафиновые компоненты начинают осаждаться на поверхности стержня. Через установленный промежуток времени стержень извлекается. Взвешивая стержень и сравнивая полученный вес с исходным весом стержня, можно определить массу выпавшего парафина. Конечное количество осажденного парафина говорит о степени парафинизации пробы. В зависимости от степени воздействия на пробу, ТНВП может быть различной. Скорость осаждения парафинов зависит не только от температуры охлаждающего стержня, но и от температуры пробы и скорости её перемешивания.

Дополнение к измерительным стержням

Добавленное оборудование по сравнению с комплектом 1 (поз. 1)

- ◆ Дополнительные 5 стержней (5 до 10 и 10 до 15), максимум 15
- ◆ Техническая спецификация, соответствующая поз. 1
- ◆ Предназначен для использования с термостатом, поз. 1
- ◆ Увеличение количества последовательных портов
- ◆ Индивидуальный температурный контроль пробы и параметры скорости перемешивания (для стойки с 5 стержнями)

Расширение высокотемпературного диапазона

Добавленное оборудование по сравнению с комплектом 1, 2 (поз. 1, 2)

- ◆ Сухая ванна с температурным диапазоном, расширенным до 200°C (392°F)

Расширение низкотемпературного диапазона

Добавленное оборудование по сравнению с комплектом 1, 2 (поз. 1, 2)

- ◆ Влажная ванна вместо сухой ванны, уплотненная мензурка для проб и возможность фиксации мензурки
- ◆ Дополнительный термостат для регулирования температуры в ванне, температурный диапазон: -10 .. +80 °C (-14 .. +174 °F)
- ◆ Улучшенный термостат для стержня с расширенным температурным спектром до -20 °C (-4 °F), низкотемпературная изоляция

Расширенное измерение температуры

Добавленное оборудование по сравнению с комплектом 1, 2 (поз. 1, 2)

- ◆ Датчик температуры на каждом стержне для измерения его температуры, расширенное программное обеспечение

Дополнительный термостат / терморегулятор

Добавленное оборудование для отдельных температурных настроек и терморегулирования

- ◆ Дополнительный термостат и терморегулятор для каждого из 5 стержней, техническая спецификация в соответствии с поз. 1
- ◆ Увеличение количества последовательных портов, монтаж и установка
- ◆ Индивидуальный температурный контроль охлаждающего стержня (для стойки с 5 стержнями), т.е. возможность независимой настройки температуры, скорости нагрева и начального времени работы каждого термостата

Измерительные камеры высокого давления

Добавленное оборудование по сравнению с комплектом 1, 2 (поз. 1, 2)

- ◆ Датчик давления, воспринимающий нагрузку до 172 бар (17,2 МПа 2500 Psi), высококачественная нержавеющая сталь / СКФ, общий средний объем 60 мл
- ◆ Клапан нагнетания / сброса давления, манометр, разрывные предохранительные мембраны для защиты от избыточного давления, нержавеющая сталь / ПТФЭ

Лабораторные Весы

Точные лабораторные весы для измерения парафинового осадка

- ◆ Цифровые лабораторные весы с внешней калибровкой
- ◆ Диапазон измерения 120 г, цена деления 1 мг
- ◆ Последовательный порт, контролируется с помощью системы WinCFC

Визуализированное программное обеспечение для управления и сбора данных

Программное обеспечение WinCFC

- ◆ Встроенный термостат, сухая ванна и регулировка баланса
- ◆ Автоматическое хранение данных и документации о испытаниях
- ◆ Специализированные программы для измерения проб
- ◆ Совместимо с Windows 7/Vista/XP, для использования требуется два RS232 порта

Персональный компьютер

Персональный компьютер с действующей операционной системой

- ◆ Dual Core CPU, HDD, DVD, монитор (19")
- ◆ Компьютерная мышь, LAN, последовательный интерфейс, английская клавиатура
- ◆ Windows 7 English
- ◆ 110V-230 V/50-60 Hz (автоматический выбор)
- ◆ Установленное программное обеспечение WinCFC (если куплено)

Набор запасных частей

Дополнительные детали для полной замены измерительных частей и запчастей

- ◆ Запасные охлаждающие стержни, выверенный собственный вес, нержавеющая сталь, 5 штук
- ◆ Мешалки высокой мощности, 5 штук
- ◆ Мензурки для проб, 10 штук

Набор для калибровки температуры

Автоматический набор для калибровки температуры

- ◆ Для всех приборов фирмы PSL
- ◆ Заменяет услугу повторной калибровки
- ◆ Цифровой термометр высокой точности
- ◆ Калибровано EA/ILAC

Набор кабелей



Исследовательский стенд Wax Flow Loop WL

производство компании PSL Systemtechnik



Общий вид системы

Wax Flow Loop Полностью автоматизированный стенд для поточных циклических испытаний с целью оценки осаждения смол, асфальтенов, парафинов в трубопроводах.

Применение

- ◆ Исследование выпадения парафинов и асфальтенов.
- ◆ Определение температуры начала кристаллизации парафинов (WAT). Измерения WAT позволяют оценить вероятность возникновения осложнений, связанных с осаждением парафинов. Параметр определяется в момент, когда перепад давления между входом и выходом испытательного контура отложения парафинов начинает возрастать.
- ◆ Разработка и оптимизация ингибиторов и диссольверов парафина.
- ◆ Анализ скорости отложения парафинов: соответствует количеству парафина, которое откладывается на внутренней стенке трубки испытательного контура во времени. Параметр рассчитывается из изменения величины перепада давления по испытательному контуру отложения парафинов.
- ◆ Испытание поверхностных эффектов трубопровода.
- ◆ Выявление предельного статического напряжения сдвига – ПСНС (предела текучести) и условия рестарта трубопровода.

Технические характеристики малогабаритного измерительного стенда Wax Flow Loop:

Максимальное давление	200 бар
Рабочая температура	От -25 до +100 °С
Точность по температуре	0,1 °С
Диапазон вязкости флюида	От 0,5 до 2500 мПа·с
Диапазон расхода флюида	От 0 до 150 мл/мин
Материал деталей, контактирующих с исследуемой средой	Нержавеющая сталь / Kalrez / фторкаучук (FKM) / PTFE (Тефлон)
Требуемое давление азота	200 бар
Объем пробы	От 50 до 250 мл
Электропитание	220-240 В, 50/60 Гц, 1ф.

Измеряемые параметры:

- T1: Температура на входе контура отложения парафинов/ повторного пуска
- T2: Температура на выходе контура отложения парафинов/ повторного пуска
- T3: Установленная температура обогреваемых линий
- T4: Установленная температура контейнера для газированной нефти
- T5: Температура охлаждающей ванны
- P1: Давление на входе контура отложения парафинов/ повторного пуска
- P2: Давление на выходе контура отложения парафинов/ повторного пуска
- F: Расход насоса

Все измеряемые параметры регистрируются и отображаются на экране монитора системы сбора данных в режиме реального времени.

Принцип работы системы

Испытательный стенд представляет собой замкнутую изолированную гидравлическую систему, в которой все линии постоянно находятся под требуемым давлением испытания и исследуемая проба не подвергается разгазированию. Контейнер для пробы газированной нефти обеспечивает поддержание температуры нефти выше ТНКП (WAT) на протяжении всего испытания.

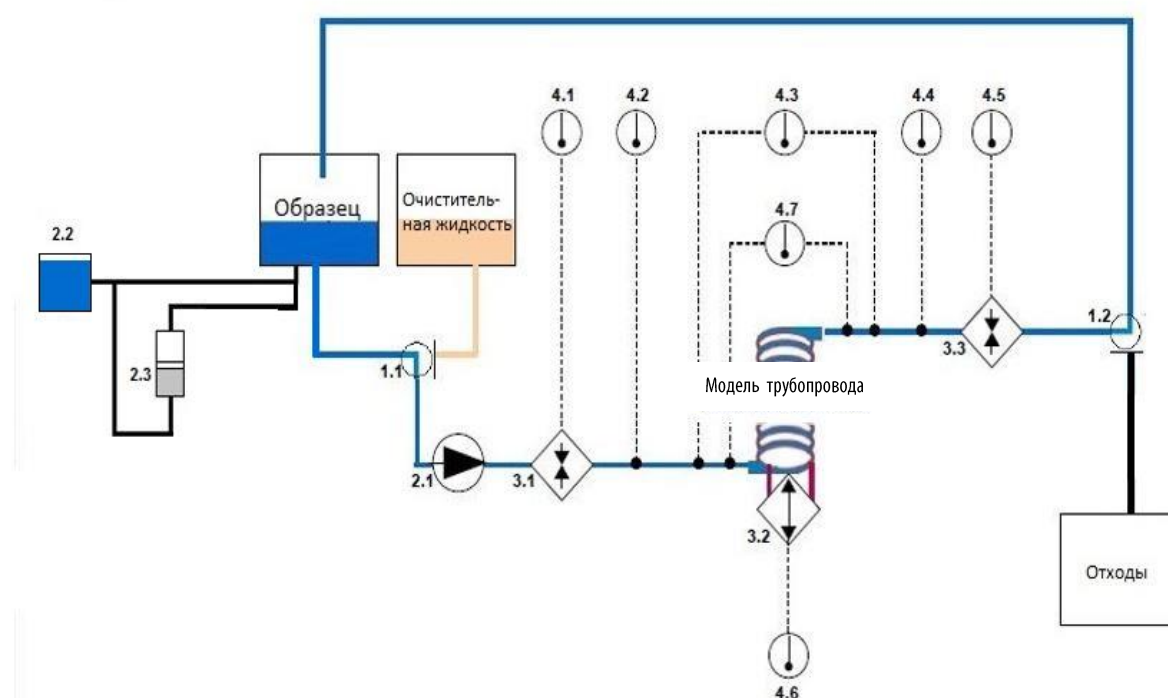
В испытательном трубопроводе проба прокачивается через термостатичный участок испытательного трубопровода. Термостатирование происходит при помощи охлаждающей ванны, в которую погружен испытательный контур. На этом участке температура стенок трубопровода может быть отрегулирована при помощи нагрева или охлаждения. Измерения температуры и давления на входе и выходе испытательного трубопровода показывают влияние выпадения парафинов на условия в трубопроводе. Осаждение парафинов на стенках трубопровода приводит к уменьшению диаметра трубопровода. Выявляется данный процесс путем измерения перепада давления в трубопроводе. Также парафиновый слой на внутренней стенке трубопровода вызывает теплоизоляционный эффект, который приводит к повышению температурного градиента. Величина возрастания давления позволяет определить ТНКП. Толщина отложений парафинов рассчитывается по двум независимым методам: Перепад давления и Тепло-массоперенос. Второй тип испытания - это испытание с возобновлением потока «restart test», который выполняется с применением испытательного контура повторного пуска. Специальный испытательный контур погружен в ту же самую охлаждающую ванну. Поток через катушку этого испытательного контура останавливается, когда ванна достигает температуры, ниже температуры потери текучести нефти, флюид выдерживается и формирует гелеподобную структуру. После периода выдержки создается и измеряется давление газа, необходимое для начала потока в контуре, и рассчитывается предельное статическое напряжение сдвига - ПНС (предел текучести) по уравнению баланса сил.

Стандартная комплектация оборудования (может быть изменена по требованию заказчика):

Шестеренчатый насос высокого давления	1 шт.
Обогреваемый контейнер с перемешивающим устройством для газированной нефти	1 шт.
Комплект обогреваемых линий	1 шт.
Катушка отложения парафинов для определения температуры начала кристаллизации парафинов (WAT) и температуры начала выпадения парафинов (WDT)	2 шт.
Катушка определения СНС для выполнения испытания с возобновлением потока	1 шт.
Термостатическая нагревающая и охлаждающая ванна	1 шт.
Датчики температуры на входе и выходе испытательной катушки	2 шт.
Датчики давления на входе и выходе испытательной катушки	2 шт.
Автоматические клапана управления потоком	1 шт.
Электрическая панель	1 шт.
Система сбора данных	1 шт.
Поршневой контейнер для газа рекомбинации	1 шт.
Специализированное программное обеспечение	1 шт.
Комплект технической документации	1 шт.

Экспериментальные данные, полученные на Циркуляционном испытательном стенде, используются в качестве исходных данных в специализированном программном обеспечении моделирования для получения представительной модели нефти, которая может быть использована применительно к реальным условиям добычи и трубопроводного транспорта.

Схема устройства



- 1.1 Входной переключательный клапан (переключение между неочищенной пробой и пробой очищенной / с добавлением ингибитора)
- 1.2 Выходной переключательный клапан (переключение между ёмкостью с пробой и ёмкостью с отходами)
- 2.1 Насос
- 2.2 Внешняя ёмкость с пробой
- 2.3 Контейнер для проб газированной нефти
- 3.1 Предварительный нагрев
- 3.3 Нагрев после прохождения пробы через испытательный контур
- 4.1 Температурный датчик предварительного нагрева
- 4.2 Температурный датчик на входе в испытательный трубопровод
- 4.3 Изменение перепада давления на испытательном участке
- 4.4 Температурный датчик на выходе из испытательного трубопровода
- 4.5 Температурный датчик нагрева после прохождения пробы через испытательный контур
- 4.7 Изменение перепада температуры на испытательном участке

Характеристика компонентов испытательного стенда

Шестеренчатый насос высокого давления, 1 шт.

Насос высокого давления предназначен для создания точного непульсирующего потока и регулирования давления при нагнетании газированной нефти, газа рекомбинации и азота в контур отложения парафинов/ повторного пуска. Работа насоса полностью управляется программным обеспечением. Насос включает в себя:

- ◆ Шестеренчатый насос высокого давления, отсутствие пульсаций, очень низкий процент потерь;
- ◆ Рабочее давление насоса: 207 бар;
- ◆ Значения расхода: от 0 до 150 мл/мин;
- ◆ Вязкость прокачиваемой пробы: от 0,5 до 2500 мПа·с;
- ◆ Максимальная температура пробы: 100 °С;
- ◆ Входной фильтр с разрешающей способностью 25 мкм, подогрев фильтра
- ◆ Материал деталей: Нержавеющая сталь / Kalrez / Viton

Расходомер Кориолиса, 1 шт.

Расходомер Кориолиса измеряет массу проходящего потока, плотность потока, а также с высокой точностью контролирует расход пробы.

- ◆ ПИД контроллер расхода;
- ◆ Точность расхода $\pm 0,2\%$, воспроизводимость $\pm 0,05\%$;
- ◆ Расчет удельного веса / плотности нефтепродукта
- ◆ Материал: нержавеющая сталь, фторкаучук

Контейнер со встроенным перемешивающим устройством и нагревательным кожухом для пробы газированной нефти, 1 шт.

Контейнер со встроенной магнитной мешалкой применяется для хранения и перемешивания пробы газированной нефти перед ее нагнетанием в контур отложения парафинов/ повторного пуска. Контейнер представляет собой двусторонний поршневой цилиндрический сосуд, предназначенный для хранения и перемешивания флюидов любого типа под давлением и при температуре. Давление внутри контейнера поддерживается благодаря регулятору давления. Отсутствие контакта рабочей жидкости с пробой обеспечивается разделительным поршнем. Контейнер оборудован нагревательным кожухом, который обеспечивает нагрев и поддержание пробы газированной нефти при постоянной температуре. Нагрев и перемешивание полностью управляются программным обеспечением. Контейнер может эксплуатироваться либо при нормальной вертикальной ориентации, либо в перевернутом положении. Обе торцевые крышки снабжены входным/выходным портом для введения флюида или отбора пробы флюида.

Технические характеристики контейнера с перемешивающим устройством и нагревательным кожухом:

Максимальное рабочее давление	200 бар
Максимальная рабочая температура	+120 °C
Рабочий вытесняемый объем	1 литр
Тип подключения	1/4 "FNPT
Материал уплотнений	Viton
Электропитание	220-240 В, 50/60 Гц, 1ф.
Скорость перемешивания магнитной мешалкой	0/100 до 1400 об./мин

Обогреваемые линии, 1 к-т.

Все гидравлические линии циркуляционного контура полностью обогреваемы и не имеют холодных зон в пределах контура. Диапазон температур до +100 °C.

Испытательный контур отложения парафинов для определения величины ТНКП (WAT) и ТНВП (WDT) , 1 шт.

Стандартные испытательные трубопроводы для создания испытательного участка малого диаметра, обеспечивающие быстрое и точное определение первичного появления или дальнейшей кристаллизации твердой фазы в трубопроводе. Предназначены для определения величины ТНКП (WAT) и скорости отложения парафинов из пробы газированной нефти.

- ◆ Максимальное рабочее давление: 200 бар;
- ◆ Рабочая температура: до 100 °C;
- ◆ Материал: нержавеющая сталь;
- ◆ Диаметр и длина (Внутренний диаметр x длина) трубопроводов: 2x200 мм и 4,6 x 5000 мм;
- ◆ Оборудованы запорными клапанами и линией байпаса.

Термостатическая нагревательная и охлаждающая ванна с регулируемой температурой, 1 шт.:

Термостатическая нагревательная и охлаждающая ванна предназначена для обеспечения нагрева и охлаждения испытательных контуров отложения парафинов и повторного пуска до требуемой температуры.

Технические характеристики ванны:

Максимальное давление теплоносителя	200 мбар
Рабочая температура	От -25 до 100 °C
Теплоноситель	Гликоль
Объем теплоносителя	5 л

Автоматические клапана управления потоком, 1 к-т.

В системе предусмотрен набор автоматических клапанов, управляемых при помощи компьютерной станции, что позволяет выполнять испытания в автоматическом режиме. Детали, соприкасающиеся с исследуемой средой, выполнены из нержавеющей стали. Клапаны снабжены разрывной мембраной.

Стойка электрооборудования, 1 шт.

- Компактная стойка со съемными панелями для легкого доступа к внутреннему оборудованию стойки;
- Блок электропитания установки, блок предохранителей, система защиты и блокировки, плата подключения;
- Аналоговые входы;
- Цифровое устройство вывода данных;
- Интерфейс связи с компьютерной рабочей станцией.

Станция управления и сбора данных, 1 к-т.

Компьютерная станция оборудована ПК последнего поколения с операционной системой «Windows 7» и специализированным программным обеспечением для испытательного стенда Wax Flow Loop. В программном обеспечении предусмотрен дружелюбный интерактивный интерфейс для работы со стендом.

Компоненты станции:

- Современный персональный компьютер,
- Цветной монитор,
- Лазерный принтер,
- Пакет ОС «Windows»,
- Пакет специализированного ПО для управления системой,
- Специализированное программное обеспечение.

Специализированное программное обеспечение:

Управление средствами программного обеспечения включает в себя:

- ◆ Автоматическое управление клапанами, возможность проведения испытаний в режиме открытого и закрытого цикла, автоматическая очистка, мультицикличные испытания и испытание диссольверов парафина;
- ◆ Сбор первичных (необработанных) данных, таких как температура, давление, дифференциальное давление и расход;
- ◆ Непрерывное отображение данных в течение времени в виде трендов и зеток значений;
- ◆ Регистрация измерений и передача данных на компьютер для их дальнейшей обработки;
- ◆ Средства вывода на печатающее устройство;
- ◆ Средства контроля, отображающие общее состояние системы и показывающие статус каждого основного компонента, значения измеренных величин и заданные значения;
- ◆ Система контроля отказов, управляемая компьютером;
- ◆ Средства мониторинга, возможность задания различных параметров работы компонентов, возможность ручного контроля;

Вычислительное программное обеспечение включает в себя:

- ◆ Режим исследования циркуляционного контура отложения парафинов: проба циркулирует в системе и предварительно термостатируется до заданной температуры, охлаждающая ванна охлаждается до установленной температуры. Отслеживаются перепад давления и разность температур. Определяется ТНКП (WAT) и ТНВП (WDT), скорость отложения парафинов и вычисляется необходимая частота очистки трубопровода, а также исследуется эффективность диссольверов парафина;
- ◆ Режим реологических исследований: проба циркулирует в системе с переменным расходом при ступенчатом изменении температуры для моделирования различной скорости сдвига. При необходимости, может быть задан режим регулирования постоянного расхода для получения постоянного перепада давления. Предусмотрена возможность использования катушек с различными диаметрами.
- ◆ Режим измерения ПНС: проба загружается и выдерживается при температуре выше ТНКП (WAT). После циркуляции, катушка изолируется и проба охлаждается с заданной скоростью до конечной температуры выдерживания. Далее, проба выдерживается в течение заданного времени для развития ПНС. По окончании периода выдержки, в катушке создается

давление при помощи азота (газа рекомбинации), оно повышается с заданным шагом для начала процесса разрушения гелеобразной структуры флюида. В момент, когда проба начинает течь, измеряется давление, при котором внутренние напряжения достигают предела текучести. Далее рассчитывается величина предела текучести (ПСНС).

- ◆ Режим очистки.

Комплект запасных частей и расходных материалов

- ◆ Набор уплотнений для насоса и контейнера;
- ◆ Силиконовая смазка для уплотнительных колец;
- ◆ Смазка для резьбовых соединений;
- ◆ Хладагент, Гликоль, 5 л;
- ◆ Набор инструментов;
- ◆ Ферулы, трубы, фитинги.

Сопроводительная документация к оборудованию

Документация на английском и русском языках:

- ◆ руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию;
- ◆ паспорта с техническими характеристиками оборудования;
- ◆ сертификаты завода-производителя о прохождении оборудованием испытаний: опрессовки, калибровки средств измерений в составе оборудования, с оригиналами подписей и печатей, а так же их перевод на русский язык;
- ◆ калибровочные сертификаты, методики калибровки и перекалибровки;
- ◆ руководства пользователя для эксплуатации вспомогательного оборудования.

Циркуляционный контур возобновления потока для газированной нефти

Циркуляционный контур повторного пуска трубопровода предназначен для выявления предельного статического напряжения сдвига – ПСНС (предела текучести) и условия рестарта трубопровода.

Комплектация оборудования

Поршневой контейнер:

Два контейнера предназначены для хранения и перевода пробы под высоким давлением в контур для проведения испытания на определение ПСНС. Контейнер оборудован плавающим поршнем для изоляции исследуемого флюида от рабочей гидравлической жидкости. Оборудован разрывными мембранами для защиты от превышения давления. Имеется специальный кейс для переноски.

Технические характеристики контейнера с плавающим поршнем:

Максимальное рабочее давление	200 бар
Максимальная рабочая температура	+120 °C
Вытесняемый объем	1 литр
Тип подключения	¼ "FNPT
Материал уплотнений	Viton
Материал деталей, контактирующих с измеряемой средой	Нержавеющая сталь

Испытательный контур повторного пуска (возобновления потока флюида) для определения величины ПСНС, 1 шт.

Контур повторного пуска трубопровода предназначен для определения величины ПСНС (предела текучести) парафинистой газированной нефти. Представляет собой испытательную катушку большого диаметра для специального исследования нефти с микро- и макро-кристаллическим парафином. Катушка размещается в ванне с регулируемой температурой. Испытание выполняется с применением жидкой фазы или газа для создания давления, необходимого для начала потока в контуре.

Технические характеристики катушки определения СНС для испытания с возобновлением потока:

Максимальное рабочее давление	200 бар
Максимальная рабочая температура	+100 °C
Размеры трубопровода (Внутренний диаметр x длина)	1" x 0,15 м
Общий объем катушки	~250 см³

Лаборатория исследования асфальтенов и парафинов в пластовых условиях

Материал деталей, контактирующих с измеряемой средой	Нержавеющая сталь
--	-------------------

Комплект запасных частей и расходных материалов:

Комплект уплотнений для поршневого контейнера	10 шт.
Комплект уплотнений для BPR	5 шт.

Программное обеспечение для испытательного стенда Wax Flow Loop

- Специализированное программное обеспечение позволяет моделировать фазовое поведение парафинистой сырой нефти в пластовых условиях и многофазного потока при условиях в трубопроводе.

- Специализированный «калькулятор эксперимента» для точного воспроизведения реальных условий конкретного трубопровода и решения точных задач.

- Комплект программного обеспечения PVTsim с дополнительными модулями Wax и DepoWax (производство компании Calsep) для создания математической модели трубопровода.

Исследовательский стенд Differential Scale Loop DSL

производство компании PSL SYSTEMTECHNIK



Общий вид системы

Differential Scale Loop DSL Полностью автоматизированный испытательный стенд для исследования процесса образования солевых отложений и засорения трубопровода

Применение:

- Исследование отложений на стенках трубопровода, водопровода и промышленного оборудования
- Изобретение и тестирование ингибиторов
- Оптимизация концентрации ингибитора
- Оптимизация водоочистки

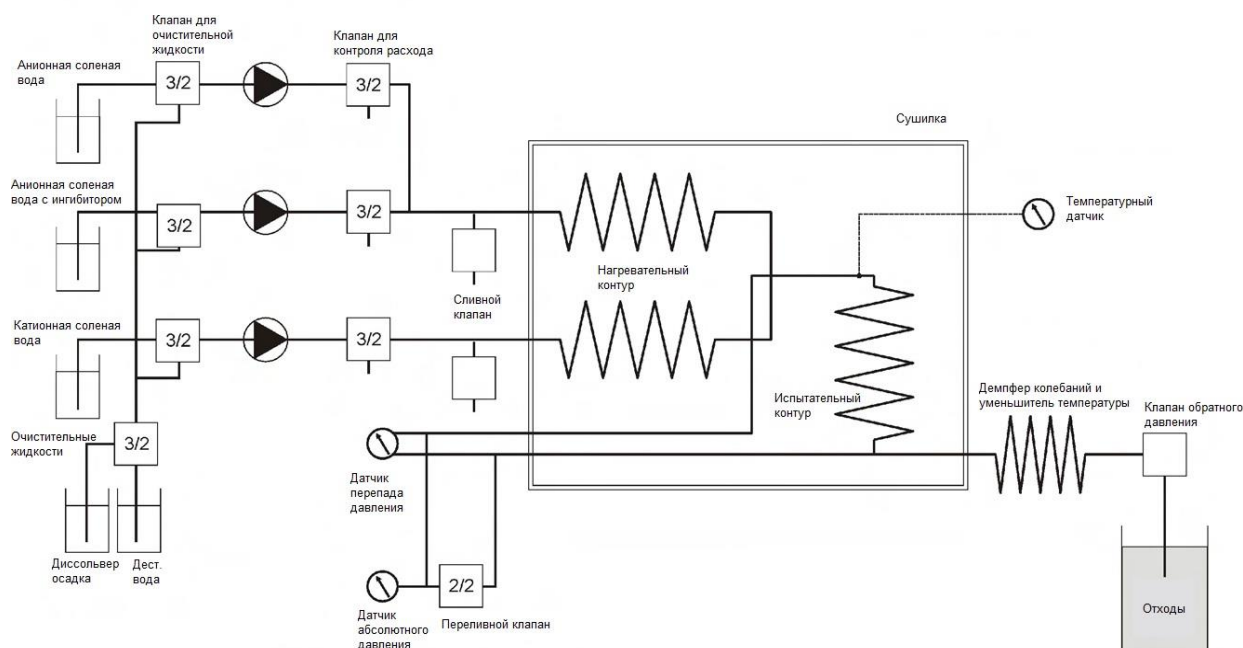
Технические характеристики:

Температурный диапазон: от +30 до +250 °C (от +86 до +482 °F) (минимальная температура должна быть на 5° выше комнатной температуры, дополнительный температурный диапазон по запросу)
Диапазон давления от 0/3,4 до 51,7 бар (от 0/44 до 739 psi; от 0/0,34 до 5,17 МПа)
Управляемая компьютером электрическая сушилка с возможностью измерения температуры внутри трубопровода и выводом температуры на дисплей, нержавеющая сталь
3 ВЭЖХ насоса (отдельный насос для каждого раствора), расход от 0,1 до 5 мл/мин, 2 поршня, поршень обратного давления, общий расход 10 мл/мин, управляется компьютером
Датчик абсолютного давления (70 бар, 1000 psi, 7 МПа), ±0.2 % FS (тип.)
Датчик перепада давления (5 бар, 70 psi, 0,5 МПа), ±0.2 % FS (тип.)
Клапан обратного давления (0/3.4 .. 51.7 бар, 0/45 .. 730 psi, 0/0,34 .. 5,17 МПа)
Измерительный капилляр (нержавеющая сталь), разделённый 1- или 3-метровым участком, в зависимости от требований заказчика, внутренний диаметр 0,75 мм
Сменный измерительный капилляр: 2 запасных капилляра (нержавеющая сталь / другой материал по запросу)
Возможность выбора между предварительным перемешиванием ингибитора с пробой или прямым впрыскиванием ингибитора в испытательный цикл
Полностью прогреваемые трубы и патрубки кроме измерительного капилляра выполнены из Монели (сплав 400)
Весь измерительный стенд встроен в компактный алюминиевый кожух
Программное обеспечение WinDSL, включающее в себя:
♦ полную автоматизацию процесса измерения и сбора и визуализации данных
♦ проведение 24- часовых испытаний

Лаборатория исследования солеотложений

♦	автоматическую очистку
♦	мультицикличные испытания
♦	испытание диссольверов солевых отложений
♦	экспорт в Excel
Напряжение 230 В, частота 50 / 60 Гц, максимальная мощность 2500 Вт	

Схема прибора



Принцип работы прибора

Для проведения испытания используется 3 ВЭЖХ-насоса. Два раствора (раствор аниона и раствор катиона) перемешаны с третьей жидкостью, которая содержит заданное количество ингибитора. Два соляных раствора перемешиваются и прокачиваются через испытательный трубопровод. За счет увеличения растворимости хотя бы одна соль начинает осаждаться и кристаллизироваться на стенках трубопровода. Таким образом, диаметр испытательного трубопровода уменьшается.

В зависимости от условий испытания, в трубопроводе образуется ламинарный поток нефти. Любой ламинарный поток подчиняется закону Хагена- Пуазейля. Следствие из этого закона гласит, что изменение давления в трубопроводе обратно пропорционально значению радиуса трубопровода в четвертой степени. Это означает, что любое, даже незначительное изменение диаметра трубопровода приводит к перепаду давления в трубопроводе.

Испытательный стенд DSL предоставляет возможность измерения данного перепада давления в трубопроводе и, путем обработки измерительных данных, получения информации о начале процесса образования солевых отложений.

Увеличение номинального давления «Среднее давление»

- ♦ Увеличение диапазона давления до 172 бар (17,2 МПа, 2500 psi)

Увеличение номинального давления «Высокое давление»

- ♦ Увеличение диапазона давления до 400 бар (40 МПа, 5800 psi)*
- ♦ Увеличение диапазона перепада давления до 20 бар (2 МПа, 290 psi)*

**возможно увеличение давления по запросу*

Дополнительная испытательная камера для исследования засорения фильтров

- ♦ Интегрированная испытательная камера для исследования солевых отложений и засорения фильтров, сменный фильтр и сменная ёмкость для проб, нержавеющая сталь

Лаборатория исследования солеотложений

- ◆ Применима для исследования засорения фильтров
- ◆ Возможность взятия проб и офлайн- анализа (Рамановская спектроскопия, рентгенография)
- ◆ Фильтрационная фритта из нержавеющей стали 2 мкм / 5 мкм (по 2 шт.)

Ёмкости для проб

- ◆ Ёмкость для проб из нержавеющей стали* (25 шт.)
**другой материал по запросу*

Охлаждающая ванна

Дополнительный жидкий термостат для низкотемпературных испытаний

- ◆ Охлаждающая ванна, -25 .. +150 °C (-13 .. 302 °F)
- ◆ Дополнительный измерительный капилляр и дополнительная возможность предварительного нагрева
**дополнительно: бесплатная замена сушилки термостатом*

Расходомер Кориолиса

- ◆ Дополнительный расходомер для высокоточных условий измерения
- ◆ Расходомер Кориолиса, автоматический контроль расхода
- ◆ Точность $\pm 0,2$ %, стабильность $\pm 0,05$ %
- ◆ Контроль износа насоса, система автоматического предупреждения, система поддержки запуска

Потоковый pH датчик

- ◆ Встроенный pH датчик на выходе из трубопровода
- ◆ Измерение pH среды и автоматическая запись результатов в течение испытания
- ◆ Диапазон pH: 0 ... 14 pH
- ◆ Автоматический перезапуск испытания для восстановления кислотно- щелочного баланса
- ◆ Включает в себя 3 буферных раствора

Потоковый датчик измерения удельной электрической проводимости

- ◆ Встроенный датчик измерения удельной электрической проводимости на выходе из трубопровода
- ◆ Измерение удельной электрической проводимости и автоматическая запись результатов в течение испытания
- ◆ Диапазон удельной электрической проводимости: 0 ... 1000 мкСм/см
- ◆ Максимальная солёность: 70 г соли / 1 л

HPV - Вискозиметр Высокого Давления

Специализированный высокотемпературный вискозиметр высокого давления для исследования высоковязкой нефти HPV

производство компании PSL Systemtechnik



Внешний вид

Технические характеристики:

Рабочая температура	От -20 до +200 °C
Точность по температуре	0,1 °C
Диапазон вязкости флюида	От 5 до 100,000 мПа·с (возможно расширение опционально)
Скорость вращения	От 0,5 до 800 об/мин
Диапазон давления	До 1500 бар (27,750 psi)
Стандарт измерения	DIN 53019 / ISO 3219
Энергопотребление	1900 Вт
Входное напряжение	85-264 В, (47-63) Гц
Вес нетто	60 кг (без ПК и термостата)
Размеры (Ш x Д x Г)	45 x 45 x 140 см

Применение

- Моделирование колтюбинга — гибкого трубопровода.
- Симуляция глубоководных условий.
- Симуляция трубопроводных условий и проведение рестарт-тестов.
- Измерения предела текучести — предельного напряжения сдвига.
- Измерение предельного статического напряжения сдвига (геля).
- Исследование стабильности нефтяной эмульсии.
- Определение абсолютной и динамической вязкости.
- Исследование ньютоновских и неньютоновских жидкостей.

Достоинства

- Отсутствие контакта рабочей жидкости с пробой.
- Прост в использовании благодаря наличию пневматической подъёмной платформы.
- Возможность проведения испытаний с возобновлением потока «restart test» для определения предельного статического напряжения сдвига и предела текучести.
- Проведение испытаний в динамических условиях.

Симуляция экстремальных условий.

Высокотемпературный вискозиметр высокого давления (HPV) является вискозиметром ротационного типа. При помощи данного типа вискозиметров возможно измерять вязкость или величину скорости сдвига как независимых (ньютоновских) жидкостей, так и зависимых (неньютоновских) жидкостей. Система HPV имеет широкий диапазон рабочего давления (до 1500 бар, 27750 psi) и температуры (до 200 °C).

Принцип работы системы

Ротационный метод является одним из новейших методов измерения вязкости, применяемым не только для неньютоновских, но и для ньютоновских жидкостей. Неньютоновские флюиды меняют свою вязкость в зависимости от скорости сдвига. Диапазон вязкости покрывает весь объём от 5 до 100'000 мПа*с (сП) в зависимости от используемой геометрии.

Система HPV состоит из установочной рамы с камерой высокого давления - автоклавом, пневматической подъёмной платформы и использует в качестве измерительного инструмента надёжный, признанный во всем мире **Haake Viscotester VT550**. Для измерения достаточно небольшого отпечатка. Габаритные размеры вискозиметра малы: 45 x 50 см. Для управления температурой камеры высокого давления используется термостат. ПК с предустановленной системой управления и сбора данных RheoWin® предназначен для обеспечения максимального удобства использования системы.

HPV - Вискозиметр Высокого Давления

Одним из главных достоинств вискозиметра является удобство управления автоклавом, достигнутое благодаря встроенной подъемной платформе. Также автоклав снабжен встроенным отдельным контейнером для проб. Таким образом, автоклав защищен от загрязнения. В течение эксперимента второй контейнер для проб может быть очищен и заполнен несколько раз заранее подготовленной пробой нефти. Необходимый объем пробы крайне мал – около 20 мл.

Симуляция глубоководных условий.

Благодаря широкому диапазону измерений по давлению и температуре, система HPV позволяет симулировать экстремальные условия эксплуатации, такие как глубоководные условия. Таким образом могут быть получены точные и достоверные данные для всех флюидов, вязкость которых зависит от скорости сдвига флюида, напр. сырой нефти и бурового раствора.

Специализированные измерительные датчики

Вискозиметр HPV обеспечивает быстрые, легкие и надежные измерения флюидов и масс. Все экспериментальные данные, которыми являются данные о вязкости, пределе текучести, напряжении сдвига, скорости сдвига и рабочей температуре, автоматически отображаются и могут быть считаны программным обеспечением. Абсолютная вязкость пробы может быть измерена благодаря использованию подходящей геометрии. При помощи флюгерных датчиков, используемых в системе, есть возможность не только осуществлять измерения предела текучести, но также проводить рестарт-тесты, измерения предельного статического напряжения сдвига и исследование нефтяной эмульсии. Данный вискозиметр может быть адаптирован для выполнения различных операций.



Построение диаграмм в режиме реального времени

Такие сложные задачи, как автоматическое исследование поведения потока неньютоновской субстанции, могут быть решены напрямую при помощи встроенных в программное обеспечение алгоритмов. Подключаемый ПК предоставляет возможность запрограммировать процесс эксперимента, управлять процессом в режиме реального времени и производить оценку экспериментальных данных.

HPV - Вискозиметр Высокого Давления

Различные условия испытаний

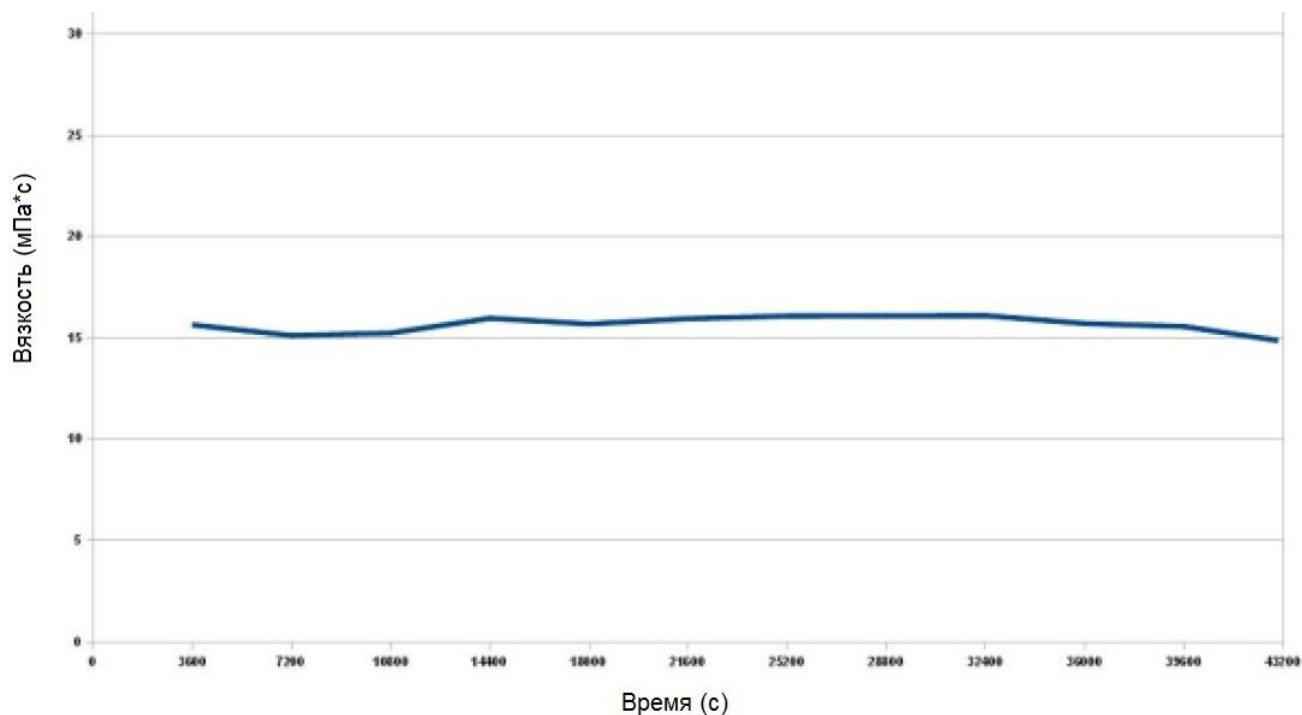
Вискозиметр снабжен широким спектром заводских настроек и возможностью регулирования шагов изменения скорости вращения. Измерение крутящего момента при помощи бесконтактного датчика обеспечивает высокую точность измерений, линейность и широкий диапазон измерений.

Комплект поставки

1. Вискозиметр Haake ViscoTester 550
2. Ячейка высокого давления
3. Циркуляционный термостат
4. Компьютерная станция
5. Программное обеспечение RheoWin 4.0
6. Комплект документации на русском и английском языках

Пример эксперимента

Вискозиметр HPV позволяет проводить длительные испытания. На графике показан пример эксперимента длительностью 12 часов.



Системы исследования газовых гидратов Gas Hydrate Autoclaves GHA 200 и GHA 350

Производство компании PSL Systemtechnik

Специализируемый стенд **Gas Hydrate Autoclaves GHA 200**, разработанный компанией PSL Systemtechnik представляет собой установку с химическим реактором-автоклавом для исследования эффективности кинетических и термодинамических ингибиторов образования гидратов и анти-агломератов.

Применение:

- Исследование кинетических и термодинамических ингибиторов;
- Анализ анти-агломератов;
- Оптимизация концентрации ингибиторов.

Достоинства:

- Визуализация эксперимента: фото и видео съемка в испытаний с разрешением 720р.
- Моделирование приближенных к реальности условий скважины и трубопровода;
- Возможность проведения длительных экспериментов (дней) без вмешательства оператора;
- Автоматизированная программа испытаний;
- Настольная компактная система;
- Легкость в обслуживании и использовании: не требует специальной квалификации персонала.



ходе
пласта,
(до 30

Решаемые исследовательские задачи:

- Разработка методик борьбы с гидратообразованием при добыче и транспортировке;
- Оптимизация затрат денежных средств при использовании химических методов борьбы с гидратоотложениями;
- Разработка программ по увеличению межремонтного периода промыслового оборудования, осложненного гидратными пробками;
- Разработка и исследование ингибиторов гидратообразования;
- Испытание анти-агломератов для снижения скорости образования газовых гидратов.

Принцип действия:

Проба переводится в автоклав (реактор), в котором задаются определенные давление и температура. При помощи магнитной мешалки (в стандартном случае) / якорной мешалки (для проб с высокой турбулентностью), установленной в головке химического реактора, происходит перемешивание пробы. Процесс сопровождается изменением параметров P, T и изменением вращающегося момента мешалки. При достижении в реакторе определенных критических условий (давление/ температура/ турбулентность) в пробе начинают образовываться газовые гидраты. Данный процесс фиксируется системой с помощью высокоточных датчиков температуры и давления, а также системой визуализации – камерами, находящимися внутри автоклава.

Протекание эксперимента отображается автоматизированной программой испытаний гидратов, реализованной при помощи программного обеспечения компании PSL. Видео и фото съемка осуществляется посредством бороскопа с видеокамерой, установленном на головке химического реактора.

Имеется функция восстановления резервных копий данных во избежание потери информации в случае перебоев подачи электроэнергии.

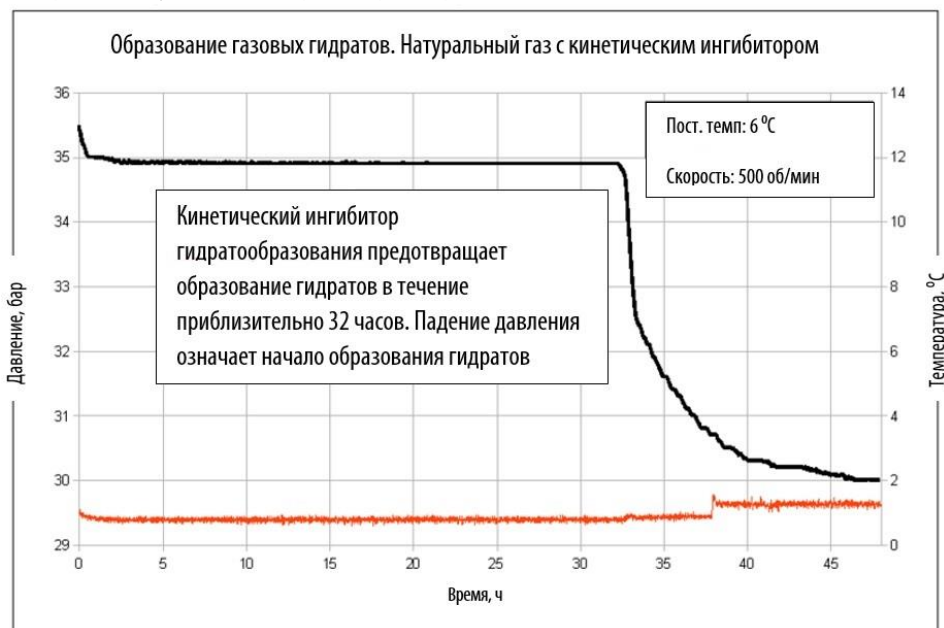
Окна из сапфирового стекла позволяют использовать бороскопы для изучения процессов, происходящих в химическом реакторе. Таким образом образование гидратов отображается в процессе эксперимента в виде фото и видеозаписей. Посредством одного ПК одновременно могут эксплуатироваться вплоть до 6 химических реакторов.

Съемка фото и видео может проходить как в ручном, так и в автоматическом режиме. В случае перебоев в подаче электроэнергии возможен откат результатов на более ранний срок благодаря функции автоматического перезапуска. Установка снабжена системой контроля качества.

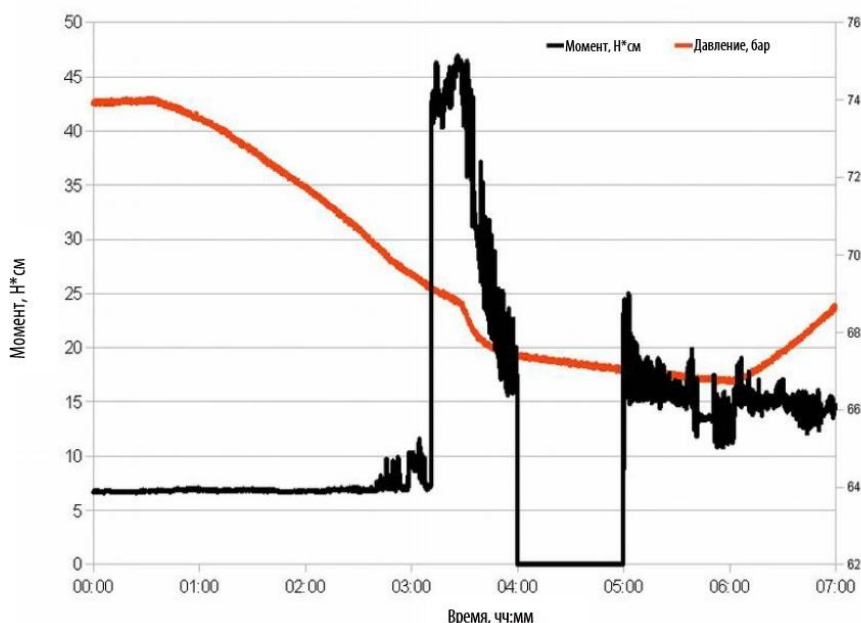
Стенд Gas Hydrate Autoclaves легко открывается и закрывается благодаря специально разработанному механизму. Встроенный двойной кожух для управления температурой, датчики температуры и давления и встроенная мешалка обеспечивают полный контроль за ходом эксперимента. Возможно проведения экспериментов длительностью свыше 30 дней. Высококачественная система термостатирования обеспечивает высокую точность поддержания температуры как при нагреве, так и при охлаждении.

Результаты эксперимента:

- 1) Зависимость давления от времени $P(t)$, зависимость температуры от времени $T(t)$ – перепад давления и температуры во время эксперимента служит индикатором гидратообразования;



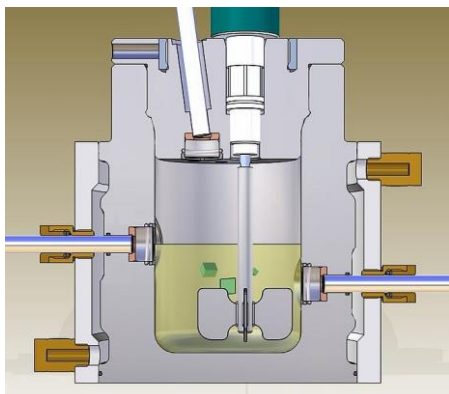
- 2) M (вращающийся момент мешалки) позволяет оценить изменение вязкости образца. Резкий скачок зависимости момента мешалки от времени отображает образование газовых гидратов.



- 3) На основании анализа экспериментальных данных делается вывод о эффективности влияния ингибиторов гидратообразования.

Модификации:

- Gas Hydrate Autoclaves GHA 350



Исследовательская установка Gas Hydrate Autoclave GHA 350 является модификацией стенда Gas Hydrate Autoclave GHA 200, оснащена 3-мя камерами, таким образом, по сравнению с Gas Hydrate Autoclave GHA 200 имеет 2 дополнительные боковые камеры, что обеспечивает усовершенствование визуализации процесса:

- ◆ Разрешение SVGA, автоматическая настройка яркости;
- ◆ Расширенное программное обеспечение для видеосъемки;
- ◆ Модуль расширения программного обеспечения для автоматического управления действиями камеры;
- ◆ Анализы изображений.

Рисунок. Стенд GHA 350 в разрезе

Принцип действия установки идентичен с Gas Hydrate Autoclave GHA 200. При помощи камер изучается поведение гидратов в жидкой фазе (боковая камера), а также на границе фаз (камера вида сверху и вторая боковая камера). Газовые гидраты образуются преимущественно на разделе фаз, соответственно, более детальная визуализация процесса гарантирует более точные результаты исследований.

Оптические системы установки Gas Hydrate Autoclaves GHA 350:

- ◆ Три сапфировых окна, устойчивых к давлению до 5000 psi (34,4 МПа, 344 бар), одно окно обеспечивает вид сверху, второе находится на уровне воды и третье ниже поверхности воды;
- ◆ Три точных макро бароскопа, система оптических линз, ручная фокусировка;
- ◆ Три электронных источника света, регулируемый светодиод (LED), высокая мощность (примерно 150 Вт каждая).

Разница между стендами Gas Hydrate Autoclaves GHA 200 и Gas Hydrate Autoclaves GHA 350:

Рисунок. Стенд GHA 350



	GHA 200	GHA 350
Камеры (количество, расположение)	1; сверху	3; 1 сверху, 2 боковые
Разрешение	1280x1024 пкс, RGB32	каждая 1280x1024 пкс, RGB32
Давление	до 200 бар / 2,900 psi	до 350 бар / 5,075 psi
Возможность измерения крутящего момента	Присутствует, без возможности визуализации	Присутствует, возможность визуализации при помощи 3-х камер

Технические характеристики:

Лабораторное оборудование	Gas Hydrate Autoclave GHA 200	Gas Hydrate Autoclave GHA 350
Применение:	Для исследования эффективности кинетических и термодинамических ингибиторов образования газовых гидратов и анти-агломератов	
Температура:	-10 ... +60 °C (+14 ... +140 °F)	
Точность:	0,1 °C (0,1 K)	
Давление:	до 200 бар 2,900 psi	до 350 бар 5,075 psi
Точность:	0,5 %	
Объем:	450 мл общий, 200 мл флюида (рекомендовано)	
Оптические средства:	Макробороскоп, LED дисплей, оптоволоконный светопровод	
Камера:	1x 1280 x 1024 пкс RGB32	3x 1280 x 1024 пкс RGB32
Датчик момента	Опционально; может быть установлен вместо камеры	Присутствует в комплекте поставки
Шкала измерений	0 - 1 Нм	
Точность/Разрешение	0,1 % шкалы	
Материал:	Нержавеющая сталь (V4A), Viton®	
Энергопотребление:	макс. 2,200 Вт	
Энергообеспечение:	230 В~ (115 В~ по запросу)	
Вес:	Прибл. 40 кг (без ПК)	Прибл. 45 kg (без ПК)
Габариты:	Прибл. 50 x 60 x 60 см (без ПК)	Прибл. 60 x 60 x 110 см (без ПК)

Комплект поставки:

- GHA200/GHA350 стенд из нержавеющей стали
- Магнитная мешалка
- Датчик давления
- Датчик температуры Pt100
- Криостат
- Windows-ПК, монитор
- ПО от PSL
- Материалы для установки
- Руководство пользователя

Опциональное оборудование:

- Бороскоп с видеокамерой
- Дисплей (D-box) для наблюдения за параметрами давления
- Для измерения момента:
- Мешалка с датчиком момента
- Магнитная муфта
- Различные виды мешалок

ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ

В нефтегазовой промышленности в северных регионах, связанных с работой оборудования при экстремально низких температурах и высоком давлении, а также в глубоководных условиях, существует острая необходимость борьбы с газогидратными образованиями в трубопроводе. Одним из наиболее надежных способов борьбы является разработка и эффективное применение различных видов ингибиторов гидратообразования: слабодозируемых ингибиторов гидратообразования (LDHI), анти-аггломераторов (AA) и кинетических ингибиторов гидратообразования (KHI).

Стандартный метод анализа газогидратных ингибиторов заключается в мониторинге и определении термобарических условий работы ингибитора.

Основным требованием к лабораторным методикам исследования анти-аггломераторов является необходимость исследования качества данного химиката при транспортировке испытуемого флюида, содержащего газогидраты и обеспечение надежной работы анти-аггломератора в потоковых условиях. Не менее важным является возможность детального, в том числе и визуального, изучения формирующегося газогидрата. Использование стандартного оборудования и стандартных методик эксперимента не позволяет выполнять вышеперечисленные требования.

Для создания и внедрения в производство ингибитора гидратообразования необходимо обладание точными и достоверными данными о эффективности и безотказности его работы. Главная задача – провести детальный анализ эффективности в наиболее короткий срок.

Для решения вышеперечисленных задач разработана специальная испытательная система Sapphire Rocking Cell (SRC), использующая новейшую методику для исследования газовых гидратов – метод качающейся ячейки. Система SRC предоставляет возможность наблюдения и исследования влияния различных ингибиторов на процесс образования газовых гидратов.

Преимущества данного метода перед классическими методиками заключается в более детальных и полных сведениях на выходе эксперимента. Метод качающейся ячейки позволяет с высокой точностью моделировать экстремальные условия работы трубопровода, что включает в себя работу в условиях высоких температуры, давления и турбулентности потока. При помощи данного метода могут быть определены значения прокачиваемости и жидкотекучести формирующихся газовых гидратов, что позволит сделать выводы о изменении вязкости исследуемой пробы.

Система исследования газовых гидратов Sapphire Rocking Cell System (RCS)

Производства компании PSL-Systemtechnik



Внешний вид системы RCS-6



Внешний вид системы RCS-2

Система исследования газовых гидратов RCS - это автоматическая система, предназначенная для исследования газогидратов, отбора и анализа слабодозируемых ингибиторов гидратообразования (LDHI), коррозионных ингибиторов (CI), анти-аггломераторов (AA), кинетических ингибиторов гидратообразования (KHI) в мультифазном потоке при помощи испытательных камер из сапфирового стекла.

Применение

Моделирование поведения газогидратов в мультифазном потоке;
Разработка и тестирование различных видов ингибиторов гидратообразования:

- слабодозируемых ингибиторов гидратообразования (LDHI)
- коррозионных ингибиторов (CI)
- анти-аггломераторов (AA)
- кинетических ингибиторов гидратообразования (KHI)

Оптимизация концентрации ингибиторов;

Моделирование наземных, подземных и глубоководных условий;

Визуализация процесса гидратообразования;

Моделирование реального трубопровода в условиях турбулентного потока;



Технические характеристики

Рабочее давление:	до 200 бар
Температурный диапазон	от -10 до 60 °C (расширение опционально)
Объём испытательной ячейки	20 см ³
Угол качания	от 1 до 45°
Скорость качания	от 1 до 20 об/мин
Напряжение	110/240 В, частота 50/60 Гц

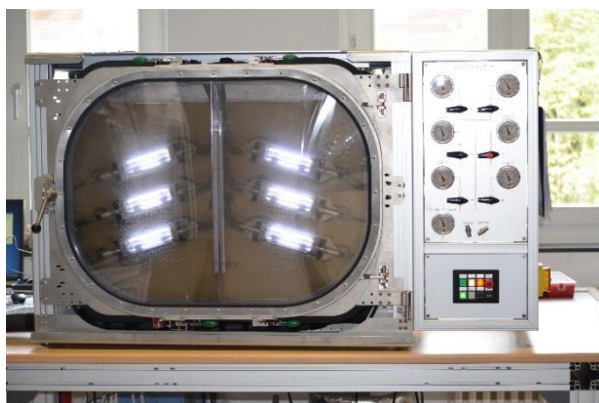
Возможные варианты исполнения

1. Sapphire Rocking Cell System RCS-2 – компактная система с 2-мя испытательными ячейками

- Отличительная особенность: угол качания может быть расширен до 180°



2. Sapphire Rocking Cell System RCS-6 – настольная испытательная система с 6-ю испытательными ячейками



3. Sapphire Rocking Cell System RCS-20 – испытательная система с 20-ю испытательными ячейками. Различные варианты исполнения:

RCS-20-1



RCS-20-2



Принцип работы системы

Принцип работы систем основан на постоянном угловом перемещении испытательных ячеек с управляемой температурой, находящихся под давлением. Данные ячейки называются качающимися ячейками. В качающихся ячейках моделируются условия реального трубопровода. В процессе качания шарик внутри ячейки непрерывно вращается и перемещается по всей длине испытательной ячейки, перемешивая флюид и газ. Движение шарика приводит к возникновению значительных сдвиговых напряжений и турбулентности в испытательной камере, позволяющие моделировать условия реального трубопровода.

Система включает в себя 3 основных типа эксперимента:

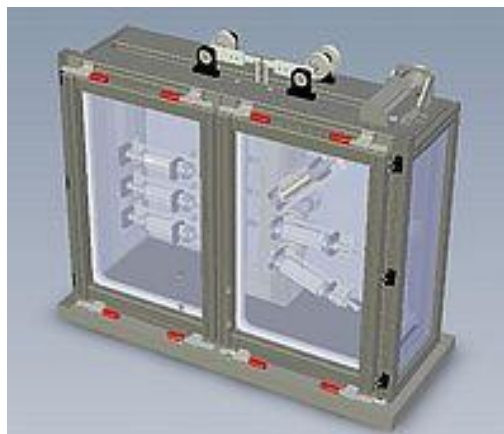
- Моделирование потоковых условий реального трубопровода.
- Моделирование условий полной блокировки трубопровода газовыми гидратами.
- Рестарт-тест.

Все испытательные камеры заполнены испытательным флюидом (вода, нефть или др.) с добавлением определенного количества ингибитора. Испытательные камеры охлаждаются до заданной температуры. Затем подается газ для создания в каждой испытательной камере давления до 200 бар (2900 psi). Давление в каждой испытательной ячейке задается и поддерживается индивидуально, независимо друг от друга.

Ход эксперимента

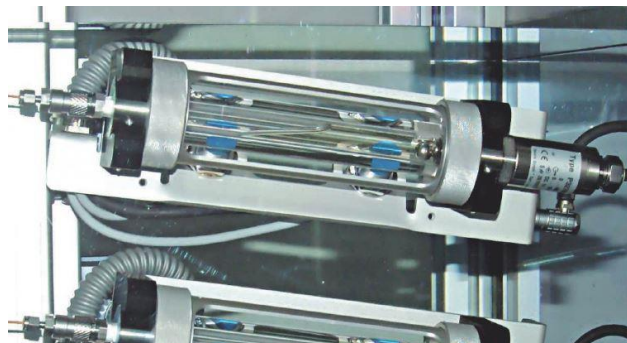
Испытательная ячейка заполняется испытательным флюидом (нефть, вода или конденсат) с добавлением заданного количества ингибитора. Ячейки автоматически охлаждаются до установленной температуры эксперимента. Каждая отдельная ячейка может находиться под различным давлением до 200 бар. До 20 испытательных ячеек устанавливаются на движущиеся оси внутри криостата. Все параметры эксперимента, такие как угол качания, скорость качания, время и длительность эксперимента регистрируются благодаря высокотехнологичному программному обеспечению. Система позволяет проводить многочасовые эксперименты без вмешательства пользователя. Время пробега шарика регистрируется благодаря индукционным датчикам, которые обеспечивают высокую точность измерения даже в случае темных и полностью непрозрачных флюидов. Испытательный стенд снабжен видеокамерой, управляемой при помощи ПО, что позволяет проводить фото- и видеосъемку на протяжении всего эксперимента.

После завершения эксперимента производится автоматическая очистка система. Ячейки автоматически выдвигаются из криостата, после чего они могут быть с легкостью извлечены из системы. Управление системой и загрузка/выгрузка ячеек не требуют физических усилий пользователя.

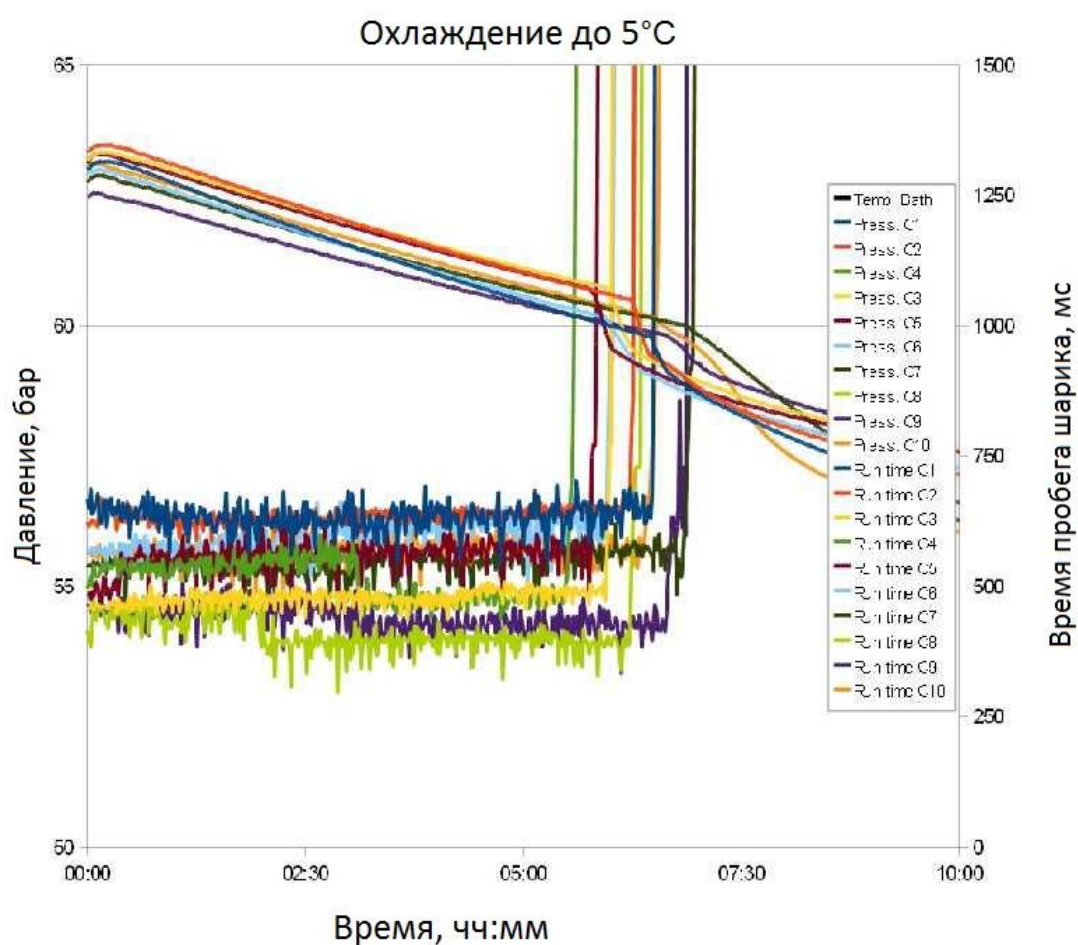
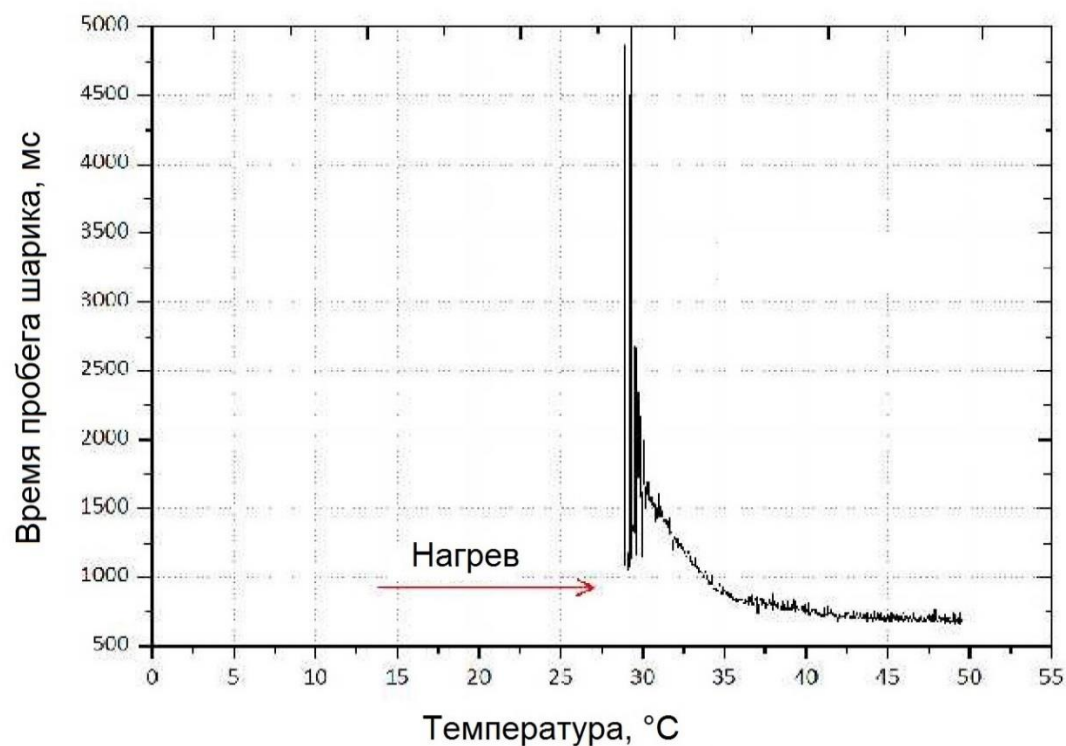


Конкурентные преимущества системы

- Основной особенностью семейства систем Sapphire Rocking Cell является абсолютная прозрачность испытательных ячеек, что обеспечивает возможность детального наблюдения и видеофиксации процессов формирования газовых гидратов.
- Благодаря уникальной конструкции испытательной ячейки система позволяет моделировать процесс гидратообразования в мультифазном потоке при различных условиях потока (турбулентный или ламинарный).
- Большое количество одновременно исследуемых испытательных ячеек сокращает количество затраченного времени на разработку, что увеличивает производительность в несколько раз.



Пример эксперимента



Система исследования газовых гидратов Rocking Cell System (RC5)

Производства компании PSL-Systemtechnik



Внешний вид системы

Система исследования газовых гидратов RC5 - это автоматическая система, предназначенная для исследования газогидратов, отбора и анализа ингибиторов гидратообразования и тестирования их на совместимость. Испытательная установка RC5 воспроизводит наиболее агрессивные условия для исследования ингибиторов гидратообразования и коррозионных ингибиторов в лабораторных условиях.

Применение

- Разработка, тестирование и оптимизация кинетических ингибиторов гидратообразования (КИИ);
- Изучение влияния коррозионных ингибиторов (ЦИ);

Принцип работы системы

Основывается на постоянном угловом перемещении охлажденных ячеек, находящихся под давлением. Данные ячейки называются качающимися ячейками. В качающихся ячейках моделируются **условия реального трубопровода**. В процессе качания шарик внутри ячейки непрерывно вращается и перемещается по всей длине испытательной ячейки, перемешивая флюид и газ. Движение шарика приводит к возникновению значительных сдвиговых напряжений и турбулентности в испытательной камере.

Все испытательные камеры заполнены испытательным флюидом (вода, нефть или др.) с добавлением определенного количества ингибитора. Испытательные камеры охлаждаются до заданной температуры. Затем подается газ для создания в каждой испытательной камере давления до 200 бар (2900 psi). Давление в каждой испытательной ячейки задается и поддерживается индивидуально, независимо друг от друга.

Конструкция системы

5 испытательных ячеек установлены на подвижной оси в закрытом жидкостном охлаждающем термостате. В течение эксперимента только ось совершает вращательное возвратно-поступательное движение, термостат остается неподвижным. Конструкция испытательной установки предполагает возможность расширения количества испытательных ячеек до 10 шт. Испытательные ячейки закрепляются на оси с помощью магнитов, благодаря чему они могут быть с легкостью извлечены для заполнения или очистки.

Технические характеристики:

Скорость вращения ячейки: регулируемая	1 ... 20 мин ⁻¹
Угол наклона ячейки: регулируемый	0 ... 45°
Угол приостановки	0 ... 45°
Рабочая температура	-10 °C ... +60 °C
Объём испытательной камеры	40.13 см ³
Материал испытательной камеры	нержавеющая сталь (AISI 316L)
Объём термостата	9,5 л
Охлаждающий флюид	смесь воды и гликоля
Возможность проведения непрерывных многосуточных испытаний	до 30 суток
Энергопотребление	90 Вт (RC5) + 2,900 Вт (термостат)
Габаритные размеры (без термостата)	51 x 60 x 29 см
Вес	21 кг (без термостата)

Типовой комплект поставки

1. Основная система Rocking Cell RC5
2. 5 шариков из нержавеющей стали;
3. Охлаждающий циркуляционный термостат (криостат);
4. ПК последнего поколения;
5. Специализированное программное обеспечение;
6. Комплект документации.

Ход эксперимента

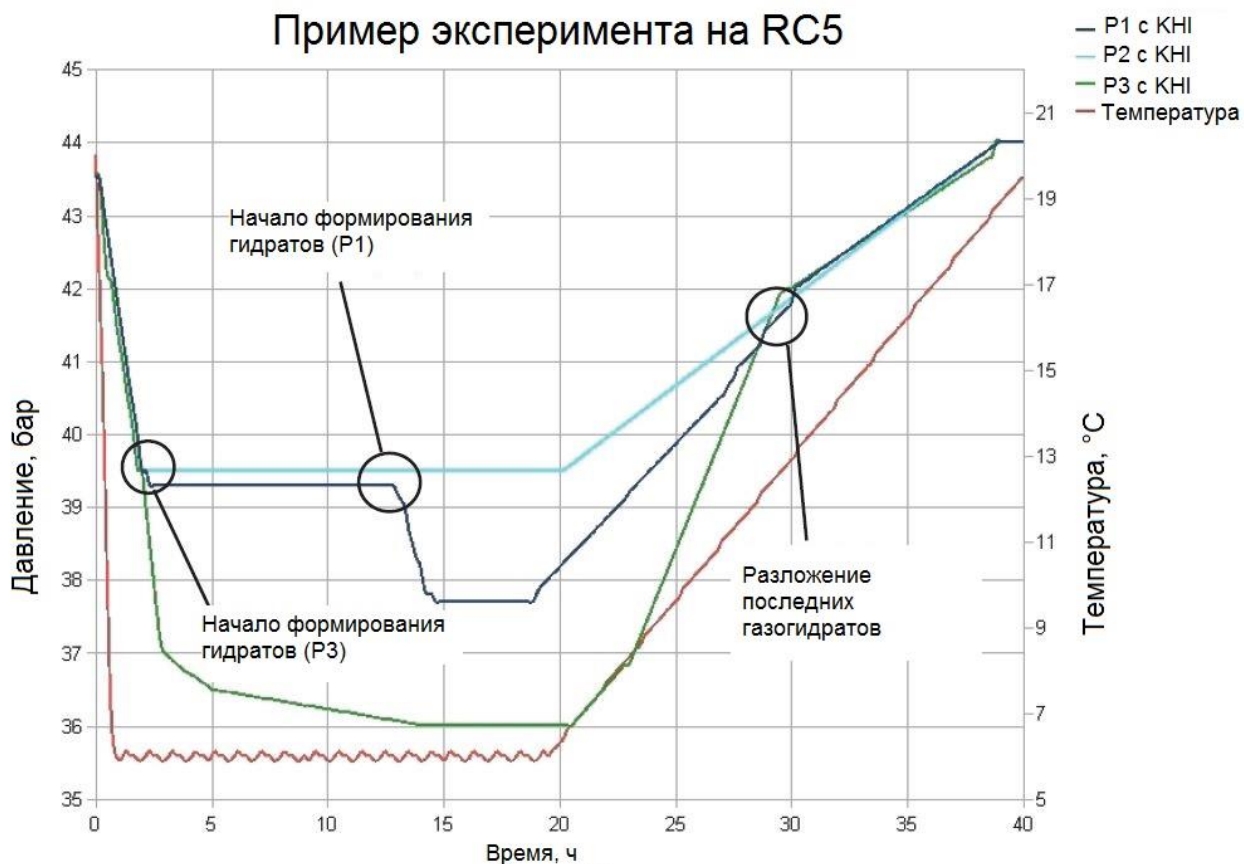
1. Моделирование поточных условий: испытательные ячейки качаются с регулируемой скоростью и углом наклона. Эксперимент проходит по регулируемой температурной программе с возможностью пошагового увеличения температуры.
2. Приостанавливание: испытательные камеры фиксируются в заданном положении (от 0° до 45°). Проба охлаждается или нагревается до требуемой температуры.
3. Рестарт-тест: испытательные ячейки возобновляют качание с задаваемой скоростью и углом поворота и охлаждаются или нагреваются до задаваемой температуры.



Программное обеспечение

Система оборудована специализированным программным обеспечением WinRC, которое производит регистрацию, обработку и запись экспериментальных параметров (температура, давление) и удобный для пользователя экспорт данных, а также предоставляет возможность детальной проработки программы эксперимента. Гибкость эксперимента достигается за счет варьирования следующими параметрами: температура, скорость поворота, угол поворота, длительность испытания, длительность приостановки, положение испытательной камеры в течение приостановки.

Пример эксперимента на RC5



Исследовательский стенд Turbulence Rheometer (TR)

производство компании PSL SYSTEMTECHNIK



Общий вид системы

Turbulence Rheometer (TR) Испытательный стенд для оценки качества и исследования антитурбулентных присадок (АТП) в условиях, приближенных к реальным, а также исследования эффективности АТП, проведение испытаний на старение АТП, анализа мультифазного потока и измерения турбулентной вязкости

Принцип работы прибора

Главным рабочим механизмом в приборе является поршневой гидравлический разделитель, гидравлическая жидкость приводит в движение поршень, который сообщает движение исследуемой жидкости. Таким образом, контакт между жидкой пробой и гидравлической жидкостью не возможен.

Проба прокачивается через испытательный капилляр малого диаметра. Эффективность АТП определяется либо с помощью прямого измерения давления, либо путём подсчета изменения градиента падения давления на различных участках капилляра. Таким образом можно исследовать пробы с различным значением чисел Рейнольдса и при разной скорости потока. Сравнивая падение давления при использовании АТП и без их использования делаются выводы о влиянии АТП на испытательный флюид и эффективности АТП. Варьируя скоростью потока можно получить различные значения числа Рейнольдса в течение одного испытания. Циклические повторяющиеся испытания позволяют проверить долговременную стабильность АТП.

Для обеспечения максимальной точности результатов измерений, испытательный стенд не имеет резких перепадов диаметра в измерительном трубопроводе. Специальная геометрия поршня и его головки обеспечивает постоянное ускорение при инъекции и минимизацию сдвиговых усилий. Измерительный капилляр, цилиндр для проб и контейнер для проб полностью термостатичны. В зависимости от вязкости пробы можно использовать капилляры различной длины и различного диаметра.

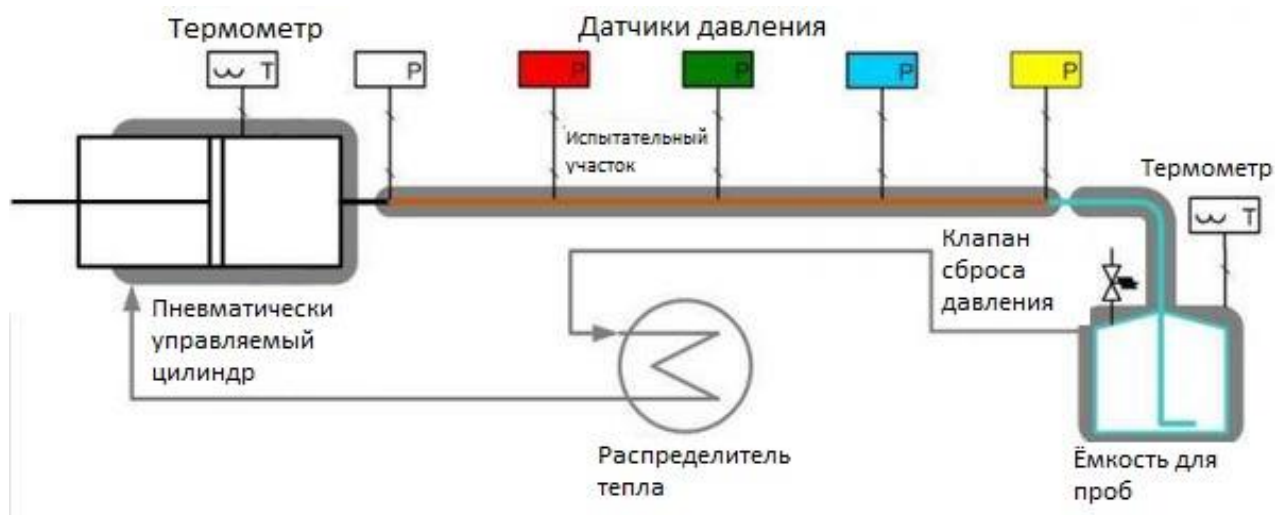
Применение

- ♦ Исследование антитурбулентных присадок (АТП)
- ♦ Исследование эффективности АТП
- ♦ Оптимизация АТП
- ♦ Длительные испытания для исследования выносливости АТП
- ♦ Контроль качества

Исследование мультифазного потока

- ♦ Получение точных и достоверных результатов при исследовании противотурбулентных присадок в мультифазной системе

Схема работы прибора



Технические характеристики:

Возможность ручного или полностью автоматического управления и измерения сброса давления в испытательном трубопроводе
Постоянный поток / переменный поток / циклические испытания
Постоянный поток: для испытания требуется всего лишь 0,5 л воды
Изменяющийся поток: для определения числа Рейнольдса требуется проба объемом 3 л и испытание, длящееся 90 секунд; диапазон значений чисел Рейнольдса от 6000 до 80 000
Испытания при изменяющемся потоке экономят около месяца по сравнению с другими методами исследования
Трубопровод из нержавеющей стали, ID = 5 мм x 3.5 м (ID = 3 мм или другие размеры трубопровода по запросу)
Турбулентный поток с максимальной кинематической вязкостью 45 сСт (ID= 5 мм)
Максимальное значение числа Рейнольдса 80 000 (ID = 5 мм, 1 сСт)
Малый требуемый объем пробы: от 0,5 л до 3 л
Температурный диапазон: от -10 до +80 °C (от +14 до +176 °F)
Максимальное давление 35 бар (3,5 МПа, 507 psi)
Химически невосприимчив к большинству видов нефти / топлива (нержавеющая сталь, ПЭЭК, ПТФЭ, СКФ)
Промышленная аппаратура для управления «SPS», программное обеспечение для автоматического управления оборудованием
Панельный компьютер, 15" LCD монитор, Windows XP, оборудование для обработки аналоговых и цифровых данных
Программное обеспечение TR-Control, включающее в себя полную автоматизацию измерений, обработки / визуализации данных, возможность проведения 24-часовых непрерывных испытаний, возможность экспорта данных в Excel

Лаборатория моделирования противотурбулентных присадок

Программное обеспечение: <i>TR_Evaluation Tool</i> позволяет рассчитать эффективность АТП и экспортировать данные в Excel
Весь измерительный стенд очень компактен и встроен в алюминиевый кожух
Система подавления шума, теплообменник для повторного охлаждения нефти
Запасные части для 2-х летнего срока службы
Требуемое напряжение 380 В, сила тока 16 А, гидравлический усилитель, 6 бар(0,6 МПа), 1 л/мин

Расширенный измерительный диапазон

- ◆ Дополнительные датчики давления, общее количество датчиков: 5 штук
- ◆ Расширенный на 25 % диапазон давления
- ◆ Усилитель мостовой схемы, А / Ц преобразователь, расширенное программное обеспечение

Дополнительный измерительный трубопровод

- ◆ Сменный трубопровод для расширенного диапазона измерений
- ◆ До 5 встроенных датчиков давления
- ◆ Заменяемая вставка для постоянного снижения давления на входе/выходе
- ◆ Выбираемые заказчиком диаметр / длина / диапазон давления трубопровода для исследования проб с большими значениями чисел Рейнольдса и высокой вязкостью

Обучение в Champion Technologies

- ◆ Посещение лабораторий компании Champion Technologies в Нидерландах и ознакомление с испытательным стендом Turbulence Rheometer
- ◆ 2 недели обучения техникам и методикам Turbulence Rheometer в компании Champion Technologies (Нидерланды)

Исследовательский стенд Dynamic Stability Loop DySL

производство компании PSL Systemtechnik



Dynamic Stability Loop Многоконтурный испытательный стенд среднего давления для исследования стабильности ингибитора и засорения фильтров ингибитором низкой вязкости в оффшорных условиях.

Применение

Многоконтурный испытательный стенд для потоковых испытаний

- ◆ Исследование сохранения стабильности нефтяных химикатов в течение длительного времени
- ◆ Исследование вязкости в трубах
- ◆ Исследование стойкости / разрушения нефтяной эмульсии
- ◆ Анализ эффективности ингибитора
- ◆ Исследование засоряемости фильтра
- ◆ Нагревательная и охлаждающая ванны для исследования напряжений
- ◆ 6 циклов для параллельных испытаний под давлением
- ◆ Испытания в закрытом цикле и расширенном цикле (через резервуар с пробой)

Основная система DySL

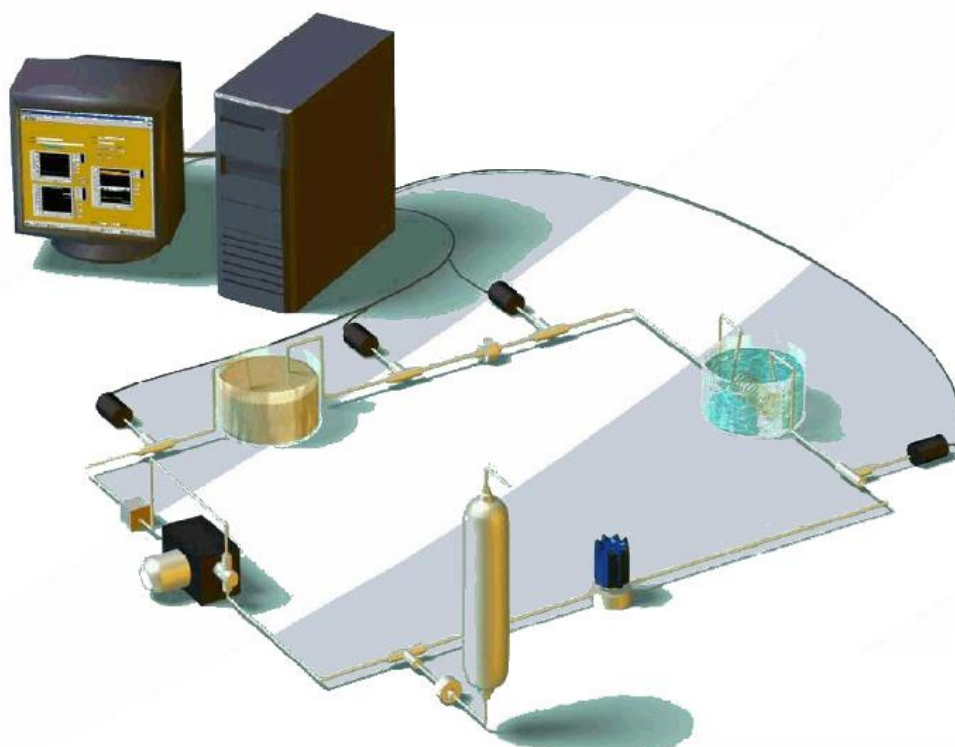
- ◆ Азотный / метановый регулятор давления, манометр на входе / выходе, впускной / выпускной вентиль
- ◆ Жидкостной циркуляционный охлаждающий термостат SC150-A10B, -10..+100 °C, последовательное управление
- ◆ Жидкостной циркуляционный нагревающий термостат, SC150-S30, +30..+150 °C, последовательное управление
- ◆ А / Ц преобразователь, адаптер для датчика

- ◆ Управляющий ПК, Dual Core, 19" LCD монитор, Windows 7 English, Клавиатура US
- ◆ Управляющее программное обеспечение, мониторинг давления и температуры, управление ванной, поддержание постоянной температуры, изменяющейся температуры, ступенчато изменяющейся температуры, автоматическая запись испытания, хранение данных
- ◆ Независимое заполнение / очищение и старт / остановка каждого цикла, вспомогательное давление всасывания
- ◆ Возможность установки и одновременного испытания всех 6 циклов
- ◆ Прост в обращении благодаря пневматическому наполнению и давлению всасывания
- ◆ Управляется с помощью компьютера, автоматический сбор данных
- ◆ ВЭЖХ насос, расход 0,1 .. 5 мл/мин, максимальное давление 150 бар (15 МПа, 2176 psi)*, нержавеющая сталь
- ◆ Резервуар для проб объёмом 0,5 л, выдерживающий давление в 1,5 бар (0,15 МПа, 21.7 psi)*, защитный кожух (оргстекло / нержавеющая сталь)
- ◆ ВЭЖХ микрофильтр со сменной фриттой, размер фильтра 5 мкм / 20 мкм, нержавеющая сталь / оргстекло
- ◆ 5 электронных датчиков давления, максимальное давление 150 бар (15 МПа, 2176 psi), нержавеющая сталь
- ◆ Регулятор обратного давления, ручное регулировочное устройство, максимальное обратное давление 150 бар (15 МПа, 2,275 psi)*, комплект пружин

Технические характеристики

Давление:	До 150 бар (15 МПа, 2175 psi)	
Температура:	Охлаждающей ванны	-10 .. +150°C (14 .. 302°F)
	Нагревающей ванны	+30 .. +150°C (86 .. 302°F)
Фильтр:	5 мкм / 10 мкм	
Трубопровод:	1/16", ID 0.7 мм	
Расход:	от 0 до 10 мл/мин	
Возможности:	До 6 циклов параллельного, независимого исследования	

Схема установки



Принцип работы прибора

Измерительная установка состоит из 6 испытательных контуров высокого давления, внутри которых проба прокачивается через охлаждающие и нагревательные термостаты, находящиеся под давлением. Каждый потоковый испытательный цикл создает экстремальные напряжения для пробы путём постоянного изменения скорости потока, увеличения и уменьшения давления, нагревания и охлаждения окружающей среды и симуляции условий реального потока. По два капилляра в каждом контуре интегрированы для измерения изменения вязкости пробы. По два фильтра в каждом контуре позволяют исследовать засоряемость фильтров. Увеличение перепада давления между входом и выходом из измерительного капилляра показывает уровень риска возникновения блокировки потока в связи с увеличением вязкости флюида или осаждением на стенах трубопровода.

В обоих термостатах, и в нагревательном и в охлаждающем, происходит постоянное измерение вязкости нефти и засоряемости фильтров за счет непрерывного мониторинга перепада давления и контроля изменения давления в течение длительного времени. Возможность пользовательской настройки абсолютного давления, обратного давления и температуры позволяет симулировать различные испытательные условия.

Для проведения испытаний необходимый объём пробы должен быть равен всего 20 мл. Возможно проведение испытания в открытом и закрытом цикле. В открытом цикле проба постоянно прокачивается обратно в резервуар. Это позволяет исследовать весь объем жидкости в резервуаре. Таким образом, объём пробы может быть увеличен до 500 мл. В закрытом цикле объём прокачиваемой пробы не превышает 10 мл.

Расширение диапазона давления для всех элементов каждого контура испытательного стенда

- ◆ Повышенное рабочее давление для всех частей установки, включая резервуар для проб, максимальное давление 172 бар (17,2 МПа, 2,500 psi)
- ◆ Регулятор давления газа, самостоятельная вентиляция, самостоятельный сброс давления
- ◆ Мониторинг абсолютного давления

Лабораторные требования к размещению приборов

Название	Размеры / габариты, мм	Масса, кг	Электропотребление	Вентилиция	Вода	Дренаж	Дополнительные требования
Испытательный стенд для исследований АСПО методом визуализации с моделированием промышленных условий (высокое давление, высокая температура) PFI-200	3000x1500x1500	420 + 150	230 В / 50 Гц 5 кВт	нет	да	нет	нет
Измерительный стенд Cold Finger CF 15120 производство компании PSL Systemtechnik. Измерительный прибор для измерения степени парафинизации и выпадения парафинов.	550 x 590 x 1180 + термостат 1000 x 500 x 800	95 кг + термостат (60 кг)	230 В / 50 Гц; 1,45кВт (прибор) + 3,6 кВт (термостат в к-те)	да	нет	нет	нет
Измерительный стенд Wax Flow Loop WL производство компании PSL Systemtechnik	1300 x 600 x 700	75 кг	220-240 В, 50/60 Гц, 1ф. 4,5 кВт	да	нет	нет	1. Сжатый воздух; 2. Лабораторные газы (Азот, водород)
Измерительный стенд Flocculation Titrimeter System FT 5, производство компании PSL Systemtechnik. Для определения твердофазных парафинов и асфальтенов, анализатор устойчивости для различного вида топлива, в том числе тяжелого и высоковязкого.	1100 x 400 x 500	50 кг	220-240 В, 50/60 Гц, 0,5 кВт	да	нет	нет	Лабораторные газы (азот, водород)
Измерительный стенд Differential Scale Loop DSL производство компании PSL Systemtechnik - стенд для исследования процесса образования солевых отложений и засорения трубопровода.	1200 x 450 x 600	70 кг	220-240 В, 50/60 Гц, 2,5 кВт	нет	нет	нет	нет
Измерительный стенд Gas Hydrate Autoclave System GHA 350 производство компании PSL Systemtechnik - Испытательный стенд для исследования гидратов нефтяного газа.	600 x 600 x 1100	45 кг	220-240 В, 50/60 Гц, 2,2 кВт	да	да	нет	1. Сжатый воздух; 2. Лабораторные газы (Азот, метан)

Измерительный стенд Gas Hydrate Autoclave System GHA 200 производство компании PSL Systemtechnik - для анализа гидратообразования.	500 x 600 x 600	40 кг	220-240 В, 50/60 Гц, 2,2 кВт	да	да	нет	1. Сжатый воздух; 2. Лабораторные газы (Азот, метан)
Измерительный стенд Dynamic Stability Loop DySL производство компании PSL Systemtechnik - для исследования стабильности ингибитора и засорения фильтров ингибитором низкой вязкости в оффшорных условиях.	1000 x 550 x 1050	150 кг	220-240 В, 50/60 Гц, 5 кВт	нет	да	да, слив	1. Лабораторные газы (Азот или метан)
Измерительный стенд Turbulence Rheometer (TR) производство компании PSL Systemtechnik - для оценки качества и исследования антитурбулентных присадок (АТП) в условиях, приближенных к реальным, проведение испытаний на старение АТП, анализа мультифазного потока и измерения турбулентной вязкости.	1800 x 800 x 1750	250 кг	380 В, 16 А, 6 кВт	да	нет	нет	Сжатый воздух

Референс-лист
Эксплуатации установок PSL Systemtechnik
На территории РФ и СНГ

Заказчик	Модель установки	Срок эксплуатации
ООО «БашНИПИнефть» (РОСНЕФТЬ)	1. Wax Flow Loop 2. Differential Scale Loop	Более 3-х лет
ФГБОУ РГУ Нефти и Газа им. Губкина	1. Sapphire Rocking Cell System RCS-6 2. Gas Hydrate Autoclave GHA-350	Более 6-ти лет
ОКБ БН «КОННАС»	1. Wax Flow Loop WL 508 2. Gas Hydrate Autoclave GHA-200 3. Differential Scale Loop 4. Flocculation Titrimeter FT-5	Более 7-ми лет
ООО «ТомскНИПИнефть» (РОСНЕФТЬ)	1. Wax Flow Loop 2. Differential Scale Loop 3. Cold Finger CF-15	Более 3-х лет