



---

**Комплекс для исследования фильтрационно-емкостных свойств керна в системе трехфазной  
фильтрации  
СМП-ФЕСЗА**



**Специальные исследования керна**



## 1. Назначение

Система моделирования пласта СМП-ФЕСЗА — это полностью автоматизированная лабораторная установка для комплексного проведения экспериментов по трехфазной фильтрации в пластовых условиях в соответствии с ОСТ 39-235-89 и ОСТ 39-195-86.

## 2. Характеристики оборудования

Установка СМП-ФЕСЗА предназначена для точного определения параметров коэффициентов проницаемости по флюиду ( $K_{пр}$ ), коэффициента вытеснения ( $K_{выт}$ ) нефти водой или газом, построения кривых относительных фазовых проницаемостей (ОФП), определения удельного электрического сопротивления (УЭС) и насыщенности образца в ходе эксперимента. В том числе, СМП-ФЕСЗА позволяет определять газонасыщенность исследуемого керна с помощью метода построения PV-диаграммы.

Дополнительно установка может быть оборудована под задачи исследования химических методов увеличения нефтеотдачи (МУН, EOR):

- обработки соляно-кислотными составами (СКО);
- заводнения полимерными и гелеобразующими составами;
- другими растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ).



### 3. Программное обеспечение

04.09.2020 17:22:24
СМП-ФЕСЗА
SN:1051
Состояние оборудования: ● EXIT

**Приведение Рэфф**

Установка параметров приведения Рэфф

Приведение Рэфф

**Управление температурой**

Управление нагревом

Управление термостатированием

**Управление**

Окно сепаратора

**Отчёт**

Включить регистрацию

Параметры регистрации    Сформировать отчёт

Показать таблицу записей    Записать точку

Показать таблицу регистрации

Показать графики процесса

**Параметры системы**

Датчики давления    Ограничения Рmax:

Положение поршней РЕ

Настройки сепаратора

Ручное управление

Ограничения

Показать окно исходных данных

О Программе

**Фильтрация**

Однофазная    Двухфазная    Трёхфазная

ОС1    ОС2    ОС3

Q=const    Рd=const

Заданный Q, см<sup>3</sup>/мин: **0.50**

Q1, %    Q2, %    Q3, %

0    0    1

Q1, см<sup>3</sup>/мин    Q2, см<sup>3</sup>/мин    Q3, см<sup>3</sup>/мин

0.01    0.00    1.00

Заданные Рdм, МПа: 1.0000

Кнопки: **Жылт** **График Жылт** **0.000** **Открыть**

Выбор фазы для расчёта Жылт: **Газ**

**ОБЩИЙ СТОП**

**Расчётные данные:**

Клр1, \*E-3 мкм<sup>2</sup>: 0,000

Клр2, \*E-3 мкм<sup>2</sup>: 0,000

Клр3, \*E-3 мкм<sup>2</sup>: 0,000

Vo1, см<sup>3</sup>: 0,000

Vo2, см<sup>3</sup>: 0,000

Vo3, см<sup>3</sup>: 0,000

Vk1, см<sup>3</sup>: 0,000

Vk2, см<sup>3</sup>: 0,000

Vk3, см<sup>3</sup>: 0,000

Расчёт Vк, см<sup>3</sup>: 0,000

Vpor, см<sup>3</sup>: 0,000

Vк/Vpor, см<sup>3</sup>: 0,000

dVФ1, см<sup>3</sup>: 0,000

dVФ2, см<sup>3</sup>: 0,000

dVФ3, см<sup>3</sup>: 0,000

Рdм расч, МПа: 0,000

Увеси, см<sup>3</sup>: 0,000

Руд, Ом: 0,000

**Давление в системе:**

Рэф расч: 0,004

Ргор - Рпл1: 0,022

Ргор - Рпл2: 0,004

Ргор - Рпл3: 0,037

Ргор - Рвх: 0,037

Ргор - Рвых: 0,037

**Текущая температура:**

Кернодержатель: 0,00

Корпус: 0,00

Термокаф: 0,00

Камера насосов: 0,00

РЕ 1: 0,00

РЕ 2: 0,00

РЕ 3: 0,00

РЕ 4: 0,00

РЕ 5: 0,00

РЕ 6: 0,00

РЕ 7: 0,00

РЕ 8: 0,00

Термостат: 0,00

**Прочие параметры:**

Р, Ом: 0,000

Масса, г.: 0,000

Вид управляющей программы СМП-ФЕСЗА



Управление работой системы автоматизировано и обеспечивается управляющей программой, разработанной на базе специализированного пакета LabView. Управляющая программа предоставляет полное управление всем процессом проведения исследования.

Реализовано:

- Ручное и автоматизированное управление системой, получение, обработка и сохранение результатов экспериментов;
- Сбор и вывод актуальных данных о текущих и конечных давлениях (P), объёмах (V), расходах (Q), температурах (T), о текущих значениях электросопротивления (R) и уровня в сепараторе (L);
- Расчет в реальном времени всех фильтрационных характеристик при проведении экспериментов, согласно действующим ГОСТ (проницаемость по флюиду, текущие насыщенности);
- Дополнительные модули для расчёта и отображения параметров вязкостей ( $\mu$ ), насыщенностей (S) и фазовых проницаемостей (k). Модуль расчёта газонасыщенности методом построения PV-диаграммы;
- Вывод данных обо всех измеряемых параметрах в табличном виде, построение графиков основных показателей и зависимостей;
- Интерфейс ПО полностью русифицированный.
- В рамках конкретного заказа производится доработка программного обеспечения в соответствии с методикой проведения эксперимента и спецификой работ заказчика.



#### 4. Комплектация

- Кернадержатель для исследования образцов и колонок образцов (диаметр 30мм, длина до 300мм) – 1 шт. (более 1 шт. или других типоразмеров – опционально);
- Пластовая гидравлическая система (двухплунжерный насос) – 3 компл.;
- Горная гидравлическая система (двухплунжерный насос) – 1 компл.;
- Система создания противодействия (одноплунжерный насос)– 1 компл.;
- Регулятор противодействия (с буферной емкостью) – 1 шт.;
- Разделительные ёмкости (поршневые контейнеры) - 4 шт. (более 4 шт. – опционально);
- Система измерения давления (абсолютного, дифференциального) – 1 компл.;
- Термошкаф с принудительной конвекцией (до 150°C) – 1 шт.;
- Система создания и измерения пластовой температуры – 1 компл.;
- Модуль измерения электросопротивления по 2-х электродной схеме – 1 компл. (по 4-х электродной схеме – опционально);
- Система измерения газонасыщенности (PV-насос) – 1 компл.;
- Система визуального сепаратора-измерителя – 1 компл.;
- Воздушный компрессор (малозумный) – 1 шт. (опционально);
- Гидравлическая обвязка – 1 компл.;
- Весы аналитические – 1 шт.;
- Система автономного завершения работы (блоки бесперебойного питания) – 1 компл.;
- Автоматизированное рабочее место – 1 компл.
- Комплект ЗИП на 2 года работы – 1 компл (более – опционально);



- Документация – 1 компл.

## 5. Дополнительная (опциональная) комплектация

- Насыпная модель (диаметр до 50мм, длина до 1000мм) (опционально);
- Криотермостат жидкостный (от +5 до +150 °С по контуру) (опционально);
- Образцы ГСО с известными значениями открытой пористости и газопроницаемости – 1 компл (опционально);
- Дополнительные съёмные разделительные ёмкости (опционально);
- Сервисная насосная перекатная тележка для автоматической заправки флюидами и вакуумирования системы (опционально);
- Заправочная стойка – 1 компл. (опционально);
- Капиллярный проточный вискозиметр для измерения вязкости в пластовых условиях (опционально);
- Система парогенерации для проведения испытания по вытеснению нефти сухим водяным паром (опционально);
- Дополнительные блоки (Блок вытеснения паром, Модель пористой среды (Slim Tube), т.д.) (опционально)



## 6. Технические параметры системы

### 1) Кернодержатель

- Размеры керна: диаметр 30мм, длина до 300мм (другие типоразмеры – опционально);
- Рабочее пластовое давление 40 МПа (до 60 МПа опционально);
- Рабочее горное давление 80 МПа (до 100 МПа – опционально);
- Рабочая температура – от комнатной до +150 °С (от +5°С до комнатной / +250 – опционально);
- Расположение в пространстве – горизонтальное (вертикальное, под углом к горизонту – опционально)

### 2) Насосная система для создания пластового давления

- Двужплунжерный насос для подачи рабочих жидкостей – 3 шт.;
- Режимы работы насосов:
  - Поддержание постоянного расхода/отбора;
  - Поддержание постоянного давления;
  - Поддержание заданной пропорции при двухфазной фильтрации;
- Расход жидкости для насосов – 0,0001-30см<sup>3</sup>/мин (более – опционально);
- Рабочее давление – 40 МПа (до 60 МПа опционально);
- Точность поддержания давления – 0,015 МПа;



*3) Насосная система для создания и поддержания горного давления*

- Двухплунжерный насос – 1 шт.;
- Режим работы насоса – поддержание постоянного давления;
- Максимальное давление 80 МПа (до 100 МПа опционально);
- Точность поддержания горного давления – 0,015 МПа;

*4) Насосная система для создания и поддержания противодействия с регулятором противодействия*

- Одноплунжерный насос – 1 шт.;
- Режим работы насоса – поддержание постоянного давления;
- Максимальное давление – 40 МПа (до 60 МПа опционально);
- Точность поддержания давления – 0,015 МПа;
- Блок противодействия (МРД) механического типа, грязеустойчивый;
- Буферная беспоршневая ёмкость объём 0,5л – 1 шт.

*5) Рабочие флюиды*

- водные растворы солей с минерализацией до 300 г/л;
- нефть с вязкостью до 1000 мПа\*с;
- химические растворы (такие как):
  - водный раствор кислот: HCl до 12%; HF до 5%;
  - гелеобразующие растворы на водной или нефтяной основе;
  - органические полярные кислородосодержащие растворители (за исключением сложных кетонов);





### *6) Система создания и измерения пластовой температуры*

- Система включает в себя группу электронагревателей хомутового типа, термошкаф с принудительной конвекцией, контур термостата и группу датчиков температуры.
- Максимальная пластовая температура - до 150 °С (до 250°С – опционально);

### *7) Материалы*

- гидравлическая обвязка: стандартное исполнение - нержавеющая сталь марки 316Ti; кислотостойкое исполнение – ХН65МВ (или аналог) (опционально)
- манжеты: стандартное исполнение – маслобензостойкая резина (МБС); газостойкая резина – опционально.
- уплотнения: фторкаучук ВА-13Д.

### *8) Габаритные размеры и масса системы не более:*

- Длина – 3000 мм;
- Ширина – 1500 мм;
- Высота – 2500 мм;
- Масса установки – 1000 кг.

## **7. Рабочие условия применения**

- Напряжение сети – 380В;
- Частота – 50 Гц;
- Потребляемая мощность – не более 15 кВт.



## 8. Технические преимущества установки СМП-ФЕСЗА

### 1. Визуальный сепаратор-измеритель

- позволяет в потоковом режиме в пластовых условиях производить разделение выходящей водо-газо-нефтяной смеси и измерять объём вышедшего флюида для расчёта текущей насыщенности образца керна.
- Максимальное рабочее давление – 40 МПа;
- Время работы под давлением не лимитировано;
- Рабочий объём – 50 или 100 см<sup>3</sup>;
- Материал – сапфир, 316Ti;



### 2. Вариативность компоновки

Позволяет, исходя из потребностей заказчика, реализовывать различные исполнения:

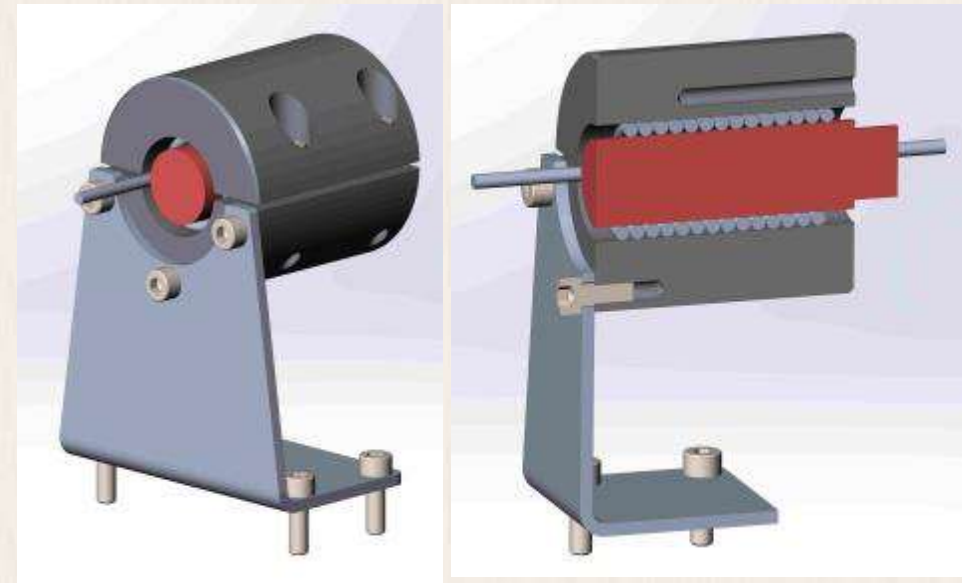
- осуществление линейной фильтрации флюида в обоих направлениях;
- вертикальная/ горизонтальная/ наклонная ориентация кернодержателя в пространстве;
- сменные кернодержатели на подвижной откатной раме (тележке);
- термостабилизация с применением:
  - термошкафа (с принудительной конвекцией);
  - электронагревателей хомутовых;
  - криотермостата жидкостного (для создания пластовых температур от +5 до +150 °С).





### 3. Измерение вязкости (опционально)

Проточный капиллярный вискозиметр позволяет в потоковом режиме в пластовых условиях определять вязкость флюида до 1000 мПа\*с (опционально).



### 4. Определение газонасыщенности

Определение свободной газовой фазы модели пласта в пластовых условиях с помощью построения PV-диаграммы:

- исключено изменение насыщенности образца;
- возможность изменять давления для построения диаграммы;
- точное определение мёртвого объёма и объёма модели пласта за счёт использования газа.



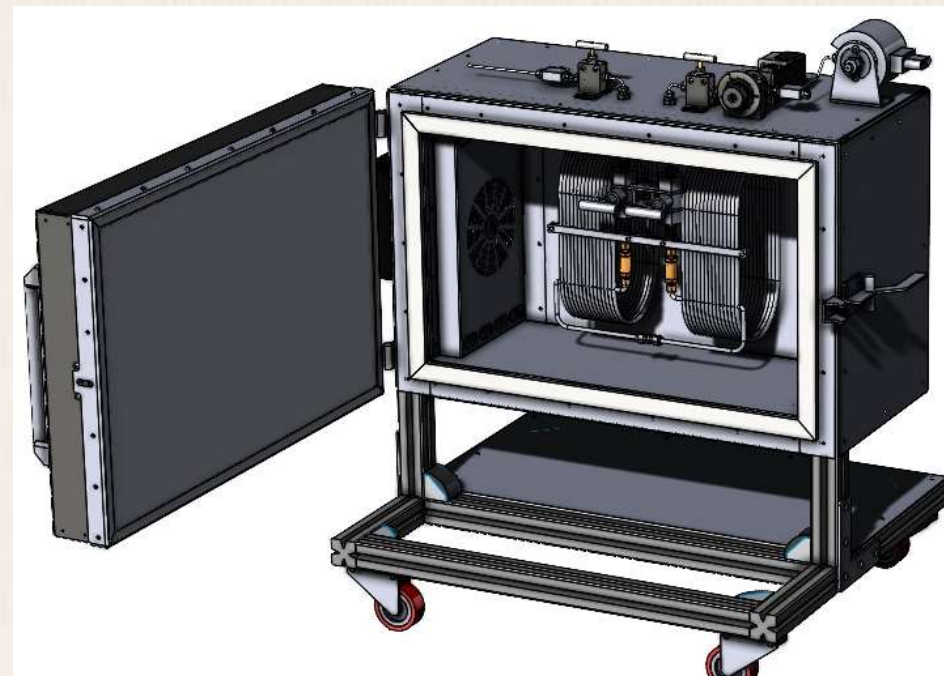


### 5. Модель пористой среды «Slim Tube»

Модель пористой среды «Slim Tube» предназначена для исследования динамического смешивания флюидов в пластовых условиях. В ходе эксперимента обеспечивается непрерывная подача газа и флюидов в трубку, имитирующую модель пористой среды (спрессованный кварцевый песок), в которой происходит смешивание. Постоянное давление внутри системы поддерживается с помощью регулятора противодействия.

Технические характеристики:

- Длина трубки – кратно 12м;
- Внутренний диаметр трубки – не менее 3,2мм
- Наполнитель – Кварцевый песок 230-310 мкм
- Ориентировочный диапазон пористости – 20...60 %
- Определяемые параметры:
  - Давление смешиваемости (ММР).
  - Минимальная концентрация смешиваемости исследуемых флюидов (ММС).
  - Определение коэффициента вытеснения начального объёма конденсата, нефти из модели пористой среды продуктивного пласта

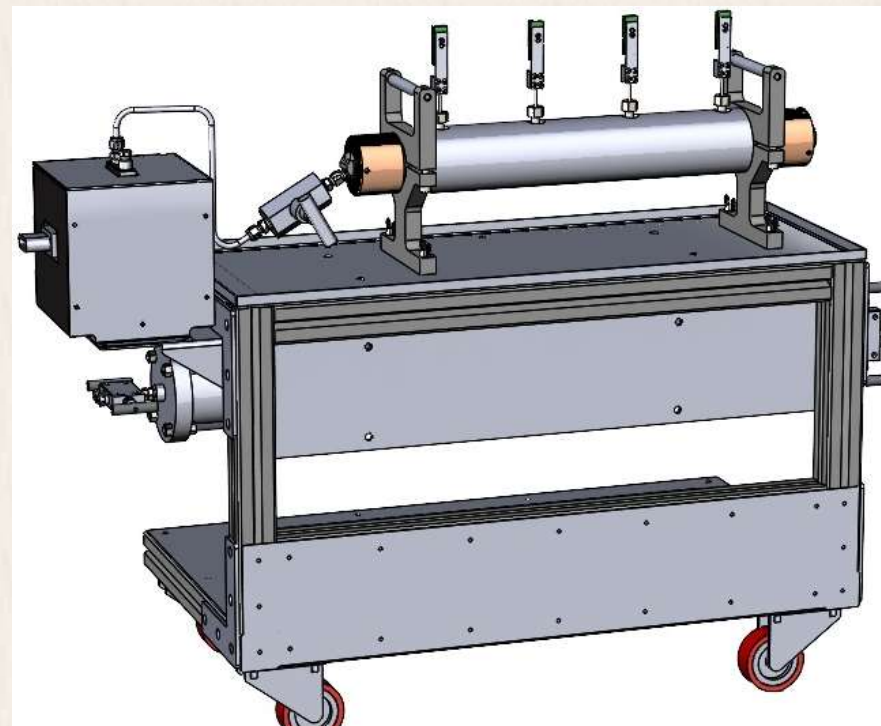




### 6. Блок парогенератора-перегревателя

Технические характеристики:

- Тип – Проточный;
- Максимальное давление – 20 МПа;
- Максимальная рабочая температура – +320°C
- Подача пара – Сухой, насыщенный
- Тип кернодержателя – Насыпная модель, длина 500 мм, диаметр 30 мм
- Снятие профиля температуры – 4 термопары





## 9. Гарантия

- Гарантийный срок службы составляет 12 месяцев с момента ввода в эксплуатацию;
- Год выпуска оборудования и материалов, поставляемых к оборудованию не ранее предшествующего/текущего года.
- Документальное подтверждение полномочий на осуществление поставки, пуско-наладочных работ, сервисного, технического, гарантийного и постгарантийного обслуживания системы (договор или письмо).

## 10. Метрологическое обеспечение:

Система сопровождается:

- программой и методикой первичной и периодической аттестации, утвержденной в установленном порядке. После монтажа системы проводится первичная аттестация в соответствии с требованиями ГОСТ Р 8.586 с оформлением протокола первичной аттестации и аттестата;
- Тип средств измерений (СИ), входящий в комплект поставки утвержден в установленном порядке, и внесен в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;

СИ сопровождаются следующей документацией:

- свидетельством об утверждении типа СИ;
- описанием типа (приложением к свидетельству);
- методикой поверки СИ;
- свидетельство о первичной поверке.

Срок до окончания действия свидетельства о поверке СИ на дату поставки составляет не менее 2/3 межповерочного интервала.

## 11. Обеспечение безопасности:

Оборудование не создаёт опасных и вредных производственных факторов и не требует применения специальных средств защиты персонала. Воздействие на работников вредных факторов не превышает гигиенических нормативов, установленных соответствующими ГОСТ, санитарными правилами.

141006, Россия, г. Мытищи, 2-ой Рупасовский переулок, литера 3 ИНН 5029202619 КПП 502901001 ОГРН 1155029009024