

---

---

**Промышленность нефтяная и газовая.  
Растворы и материалы для вскрытия  
продуктивного пласта.**

Часть 6:

**Метод измерения поглощения пластом  
жидкости гидроразрыва в  
динамических условиях**

*Petroleum and natural gas industries — Completion fluids and materials —*

*Part 6: Procedure for measuring leakoff of completion fluids under  
dynamic conditions*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2543580e-3fdb-42f4-9246-691314d0a629/iso-13503-6-2014>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер  
ISO 13503-6:2014

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 13503-6:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2543580e-3fdb-42f4-9246-691314d0a629/iso-13503-6-2014>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2014

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office

Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20

Tel. + 41 22 749 01 11

Fax + 41 22 734 09 47

E-mail [copyright @ iso.org](mailto:copyright@iso.org)

Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие.....	iv
Введение .....	v
<b>1 Область применения .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Термины и определения .....</b>	<b>1</b>
<b>3 Тип кернодержателя .....</b>	<b>2</b>
<b>4 Определение параметров испытания (линейные кернодержатели для испытания фильтрации) .....</b>	<b>3</b>
4.1 Общие положения .....	3
4.2 Температура .....	3
4.3 Давление .....	4
4.4 Продолжительность испытания .....	4
4.5 Скорость сдвига.....	4
4.6 Проницаемость.....	4
4.7 Имитатор сдвиговой предыстории (дополнительно) .....	4
4.8 Скорость нагревания.....	5
<b>5 Проведение испытания .....</b>	<b>5</b>
5.1 Подготовка керна.....	5
5.2 Круглый кернодержатель.....	5
5.3 Кернодержатель для измерения электропроводности пропанта .....	5
<b>6 Расчеты .....</b>	<b>6</b>
6.1 Скорость сдвига.....	6
6.2 Коэффициенты поглощения жидкости гидроразрыва пластом .....	6
<b>7 Примеры расчетов .....</b>	<b>8</b>
7.1 Круглый кернодержатель – Линейный гель .....	8
7.2 Круглый кернодержатель – Сшитый гель .....	10
7.3 Кернодержатель для измерения электропроводности пропанта – Сшитый гель .....	11
<b>8 Протокол испытания.....</b>	<b>12</b>
<b>Библиография.....</b>	<b>14</b>

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) представляет собой всемирную федерацию, состоящую из национальных органов по стандартизации (комитеты-члены ISO). Работа по разработке международных стандартов обычно ведется Техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в теме, для решения которой образован данный технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, поддерживающие связь с ISO, также принимают участие в работе. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Части 2 Директив ISO/IEC.

Основное назначение технических комитетов заключается в разработке международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые Техническими комитетами, направляются комитетам-членам на голосование. Для их опубликования в качестве международных стандартов требуется одобрение не менее 75 % комитетов-членов, участвовавших в голосовании.

Внимание обращается на тот факт, что отдельные элементы данного документа могут составлять предмет патентных прав. ISO не несет ответственность за идентификацию каких-либо или всех подобных патентных прав.

ISO 13503-6 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 67, *Материалы, оборудование и морские конструкции для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности*, Подкомитетом SC 3, *Растворы буровые и для вскрытия продуктивного пласта, цементы тампонажные*.

ISO 13503 включает следующие части под общим заголовком *Промышленность нефтяная и газовая. Жидкости и материалы для вскрытия продуктивного пласта*: -6-2014

- *Часть 1: Измерение вязкости растворов для вскрытия продуктивного пласта*
- *Часть 2: Измерение свойств расклинивающих наполнителей (пропантов), используемых для гидравлического разрыва пласта и заполнения скважинного фильтра гравием*
- *Часть 3: Испытание насыщенных минеральных растворов*
- *Часть 4: Метод измерения пропускной способности стимулирующей жидкости и жидкости для заполнения скважинного фильтра гравием в статических условиях*
- *Часть 5: Методы измерения долгосрочной проводимости расклинивающих наполнителей*
- *Часть 6: Метод измерения поглощения пластом жидкости гидроразрыва в динамических условиях*

## Введение

Цель данной части ISO 13503 заключается в описании метода измерения потерь жидкости гидроразрыва (поглощение бурового раствора пластом) в динамических условиях. Этот метод был разработан на основе данных сравнительных испытаний за несколько лет, споров, обсуждений, непрерывных исследований в промышленности.

Динамическое определение потерь жидкости включает имитацию процесса циркуляции, когда происходит потеря раствора для вскрытия пласта у плоскости керна в соответствующих условиях сдвига. Отложение фильтрата бурового раствора на стенках скважины и характер поглощения жидкости пластом различаются в динамических и в статических условиях.

Лабораторные испытания на потери жидкости показали, что существует динамический эффект для пластов с низкой проницаемостью (например  $< 1,0$  мД (миллидарси)). Это происходит в результате того, что фильтрационная корка образуется на поверхности керна, а эффект сдвига регулирует ее толщину. В то же время для пластов с высокой проницаемостью, например,  $> 50$  мД, динамический эффект относительно незначительный, потому что буровой раствор (жидкостная система), который проникает в трещину, образует минимальную фильтрационную корку.

Определение коэффициентов фильтруемости жидкости разрыва представляет собой простую квадратическую регрессию данных, переменными которой являются время и корень квадратный из времени.

В данной части ISO 13503, там где целесообразно, в скобках включены для удобства традиционные единицы измерения США (USC). Эти единицы необязательно представляют собой прямое преобразование единиц СИ в USC или наоборот. В документе также должное внимание уделяется прецизионности прибора, выполняющего измерение.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2543580e-3fdb-42f4-9246-691314d0a629/iso-13503-6-2014>



# Промышленность нефтяная и газовая. Растворы и материалы для вскрытия продуктивного пласта.

## Часть 6:

## Метод измерения поглощения пластом жидкости гидроразрыва в динамических условиях

### 1 Область применения

Данная часть ISO 13503 обеспечивает соответствующие методы измерения поглощения пластом жидкостей гидроразрыва в динамических условиях. Данная часть ISO 13503 применима ко всем растворам для вскрытия продуктивного пласта, за исключением тех, которые вступают в реакцию с пористой средой.

### 2 Термины и определения

В данном документе используются следующие термины и определения.

#### 2.1

**противодавление**  
**backpressure**

постоянное давление, поддерживаемое у промывочного отверстия

#### 2.2

**кернодержатель**  
**cell**

инструмент, который удерживает керн и поддерживает условия испытания, такие как температуру и ограничивающее давление

**ПРИМЕЧАНИЕ** Ориентация кернодержателя определяется в соответствии с тем, горизонтальными или вертикальными являются длинные оси керна.

#### 2.3

**фильтрационная корка**  
**filter cake**

отложение материалов на поверхности керна или в пористой среде

#### 2.4

**фильтрат**  
**filtrate**

жидкость, поступающая в керн

#### 2.5

**вход жидкости**  
**fluid inlet**

точка, в которой жидкость поступает в зазор

#### 2.6

**фильтрация бурового раствора**  
**поглощение жидкости разрыва пластом**  
**fluid loss**

мера объема жидкости, которая втекает в пористую среду в течение некоторого времени

2.7

зазор

gap

линейное расстояние от поверхности керна до противоположной этой поверхности стенки

2.8

имитатор сдвиговой предыстории

shear-history simulator

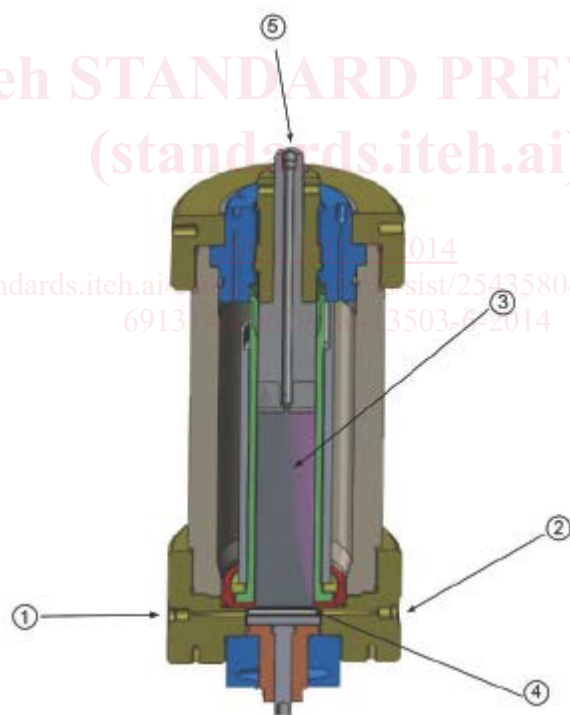
аппарат, используемый для имитации сдвиговой предыстории в жидкости

[ИСТОЧНИК: ISO 13503-1:2011, 2.10]

### 3 Тип кернодержателя

Существует два различных типа кернодержателя для измерения фильтрации бурового раствора в динамических условиях:

- a) круглый кернодержатель: пример показан на Рисунке 1;
- b) кернодержатель для измерения электрической проводимости пропанта: пример показан на Рисунке 2 (см. ISO 13503-5:2006, Рисунок С.1).

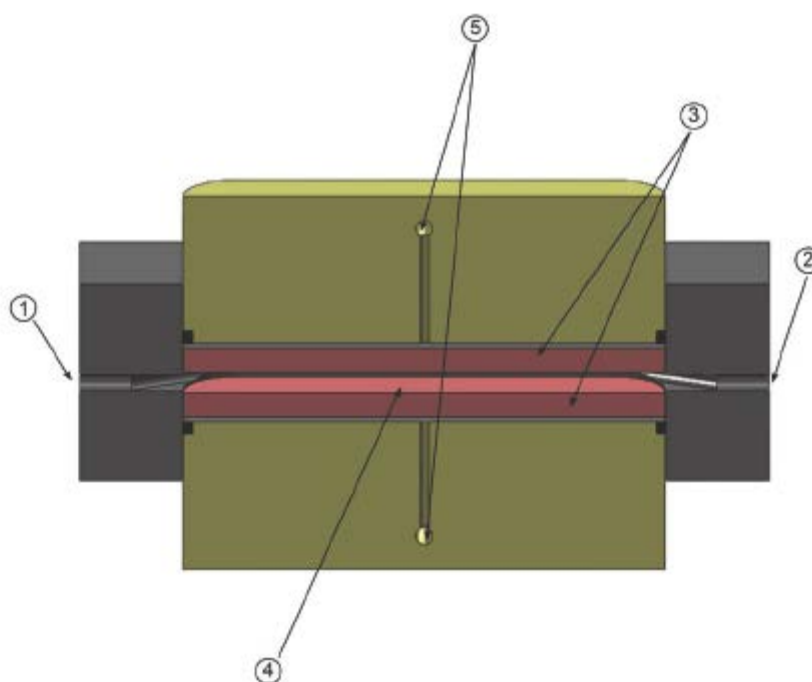


**Обозначение**

- 1 входное отверстие
- 2 выходное отверстие
- 3 пористая среда (кern)
- 4 зазор
- 5 выход фильтрата

**Рисунок 1 – Схематическое изображение типового круглого кернодержателя**





#### Обозначение

- 1 входное отверстие
- 2 выходное отверстие
- 3 пористая среда (кern)
- 4 зазор
- 5 выход фильтра

Рисунок 2 – Схематическое изображение типового кернодержателя для измерения электрической проводимости пропанта

## 4 Определение параметров испытания (линейные кернодержатели для испытания фильтрации)

### 4.1 Общие положения

Любая калибровка должна выполняться в соответствии с рекомендациями изготовителя.

### 4.2 Температура

#### 4.2.1 Общие проблемы

Температуру необходимо измерять в пределах  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) и стабилизировать в пределах  $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{F}$ ) от температуры испытания

#### 4.2.2 Температура испытания

Температурой испытания является имитированная температура, определяемая температурой бурового раствора и температурой проточного кернодержателя.

#### 4.2.3 Температура бурового раствора

Температурой бурового раствора является температура испытательной жидкости, измеренная на входе в камеру.

#### 4.2.4 Температура кернодержателя

Температурой кернодержателя является температура внутри камеры, представляющая температуру керна.

### 4.3 Давление

#### 4.3.1 Испытательное давление

Испытательное давление представляет собой дифференциальное давление жидкости по длине керна. Его можно измерить с помощью датчика дифференциального давления или рассчитать посредством вычитания противодавления из давления жидкости. Испытательное давление должно поддерживаться в пределах 5 % от расчетного давления.

#### 4.3.2 Давление бурового раствора

Давлением бурового раствора является давление на поверхность керна.

#### 4.3.3 Противодавление

Противодавлением является давление фильтрата при входе в керн.

#### 4.3.4 Давление обжима

Давлением обжима является давление, используемое для уплотнения керна, если используется кернодержатель Хасслера (Hassler).

### 4.4 Продолжительность испытания

Испытание начинается в момент приложения дифференциального давления жидкости и должно продолжаться не менее 60 мин.

### 4.5 Скорость сдвига

Скорость сдвига испытательной жидкости по поверхности керна должна составлять  $40 \text{ с}^{-1} \pm 25 \%$ .

### 4.6 Проницаемость

Пользуясь совместимой жидкостью, определяют (флюидо)проницаемость керна перед испытанием.

### 4.7 Имитатор сдвиговой предыстории (дополнительно)

Чувствительные к сдвигу жидкости можно кондиционировать с помощью имитатора сдвиговой предыстории, в соответствии с ISO 13503-1, установив следующие параметры:

- a) длина трубки;
- b) внутренний диаметр трубки;
- c) скорость потока.

## 4.8 Скорость нагревания

В течение 15 мин или меньше температура жидкости у входа должна быть не более чем на 5 % ниже и не более чем на 3 °C (5 °F) выше желательной температуры испытания. Температура на входе должна измеряться и регистрироваться в точке вблизи входного отверстия.

## 5 Проведение испытания

### 5.1 Подготовка керна

Механическая подготовка керна должна осуществляться таким образом, чтобы свести к минимуму любое изменение его проницаемости (например, шлифование и полирование поверхности керна). КERN должен быть насыщен основной жидкостью или синтетической пластовой жидкостью (примеры включают RCl, NH<sub>4</sub>Cl или другие соляные растворы). Если пластовая жидкость (пластовый флюид) неизвестен, то керна необходимо насытить не вступающим в реакцию раствором.

### 5.2 Круглый кернодержатель

**5.2.1** Готовят керна минимальных размеров 25,4 мм (1 дюйм) в длину на 25,4 мм (1 дюйм) в диаметре:

**5.2.2** Насыщают керна и регистрируют его (флюидо)проницаемость.

**5.2.3** Готовят испытательную жидкость и записывают ее свойства (например, согласно ISO 13503-1).

**5.2.4** Устанавливают противодавление, обычно 690 кПа (100 фунтов на кв. дюйм) или выше, чтобы удовлетворить желаемый перепад давления по керна во время испытания (например, минимальный дифференциал давления равен 6900 кПа (1000 фунтов на кв. дюйм) для испытаний кернов низкой проницаемости.

**5.2.5** Нагревают кернодержатель до температуры испытания.

**5.2.6** Жидкость должна входить и выходить из кернодержателя в режиме равномерного течения, так чтобы минимизировать эффекты на входе и выходе. Расстояние между поверхностью керна и любой петлеобразной кривой, прежде чем жидкость войдет или выйдет из кернодержателя, должно составлять, как минимум, 2,5 диаметра такой петли.

**5.2.7** Пускают поток по поверхности керна с желаемой скоростью сдвига при закрытом клапане выхода фильтрата.

**5.2.8** Проверяют температуру жидкости, скорость жидкости, дифференциал давления и такие параметры, как рН и вязкость жидкости до поступления ее в кернодержатель.

**5.2.9** Открывают клапан выхода фильтрата и начинают сбор данных о фильтрате с минимальной частотой одно показание в минуту в течение не менее 60 мин. В емкость собирают определенный объем фильтрата, следя за тем, чтобы испарение было минимальным (объем можно рассчитать по массе жидкости, собирая ее в тарированную емкость).

### 5.3 Кернодержатель для измерения электропроводности пропанта

**5.3.1** Готовят керны, подходящие для кернодержателя, измеряющего электрическую проводимость пропанта, минимальной толщины 9,5 мм (3/8 дюйма).

**5.3.2** Насыщают керна и записывают значение (флюидо)проницаемости.

**5.3.3** Готовят испытательную жидкость (например, согласно ISO 13503-1).