

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2838840

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Юртаев Сергей Леонидович (RU), Громов Дмитрий Александрович (RU), Кунавых Кирилл Сергеевич (RU), Коптева Анастасия Игоревна (RU)*

Заявка № 2024138416

Приоритет изобретения 19 декабря 2024 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 22 апреля 2025 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 19 декабря 2044 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





(51) МПК  
*G01N 3/18* (2006.01)  
*G01N 3/60* (2006.01)  
*G01N 33/38* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G01N 3/18 (2025.01); G01N 3/60 (2025.01); G01N 33/383 (2025.01)*

(21)(22) Заявка: 2024138416, 19.12.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 19.12.2024

Дата регистрации:  
 22.04.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.12.2024

(45) Опубликовано: 22.04.2025 Бюл. № 12

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
 ФГБОУ ВО "СПбГУ", Патентно-  
 лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Юртаев Сергей Леонидович (RU),  
 Громов Дмитрий Александрович (RU),  
 Купавых Кирилл Сергеевич (RU),  
 Коптева Анастасия Игоревна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Санкт-Петербургский горный  
 университет императрицы Екатерины II"  
 (RU)

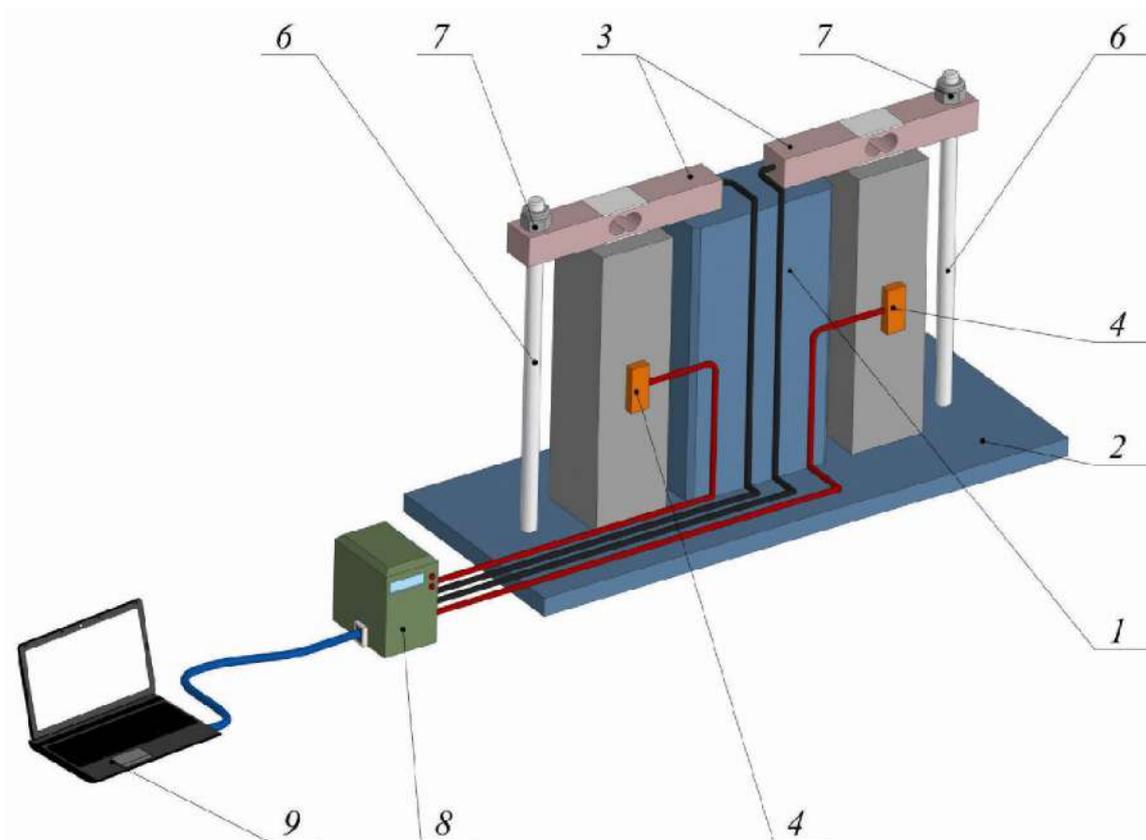
(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2621935 C2, 08.06.2017. SU  
 1569663 A1, 07.06.1990. SU 1739009 A1,  
 07.06.1992. RU 86742 U1, 10.09.2009. RU 86008  
 U1, 20.08.2009. CN 102628774 A, 08.08.2012. CN  
 102288485 A, 21.12.2011.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ  
 ФОРМИРОВАНИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
 ТЕМПЕРАТУРЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства нефтяных и газовых скважин и предназначено для исследования процессов образования и изменения собственных внутренних напряжений в формирующимся цементном камне в условиях изменения окружающей температуры от отрицательных до положительных значений. Заявленное устройство включает в себя основание с горизонтальной металлической формой, тензодатчики, термопару, регистратор сигналов, а также дополнительно содержит вертикальную пластину, которая выполнена в форме прямоугольника, установленную в центре горизонтального основания, в котором выполнены отверстия, в

которые вертикально установлены и закреплены резьбовые шпильки, на резьбовой конец которой установлена прижимная гайка, тензодатчики одним концом закреплены сверху на вертикальной пластине, а другим - через отверстия, которые выполнены в боковых частях, тензодатчики закреплены на резьбовой шпильки прижимной гайкой, при этом вертикальная пластина, горизонтальное основание, шпильки и прижимные гайки выполнены из не подверженного температурной деформации материала «Инвар». Технический результат - повышение точности измерения собственных внутренних напряжений цементного образца. 3 ил.



Фиг. 2

RU 2838840 C1

RU 2838840 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*G01N 3/18* (2006.01)  
*G01N 3/60* (2006.01)  
*G01N 33/38* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01N 3/18 (2025.01); G01N 3/60 (2025.01); G01N 33/383 (2025.01)*

(21)(22) Application: **2024138416, 19.12.2024**

(24) Effective date for property rights:  
**19.12.2024**

Registration date:  
**22.04.2025**

Priority:

(22) Date of filing: **19.12.2024**

(45) Date of publication: **22.04.2025** Bull. № 12

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "SPbGU", Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Iurtaev Sergei Leonidovich (RU),  
Gromov Dmitrii Aleksandrovich (RU),  
Kupavykh Kirill Sergeevich (RU),  
Kopteva Anastasiia Igorevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **DEVICE FOR MEASUREMENT OF OWN INTERNAL STRESSES AT FORMATION OF CEMENT STONE UNDER CONDITIONS OF CHANGE OF AMBIENT TEMPERATURE**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to construction of oil and gas wells and is intended for investigation of processes of formation and change of own internal stresses in forming cement stone in conditions of change of ambient temperature from negative to positive values. Claimed device includes a base with a horizontal metal mould, strain gauges, a thermocouple, a signal recorder, and additionally comprises a vertical plate, which is made in the form of a rectangle, installed in the horizontal base centre, in which holes are made, into which the threaded studs are vertically installed and

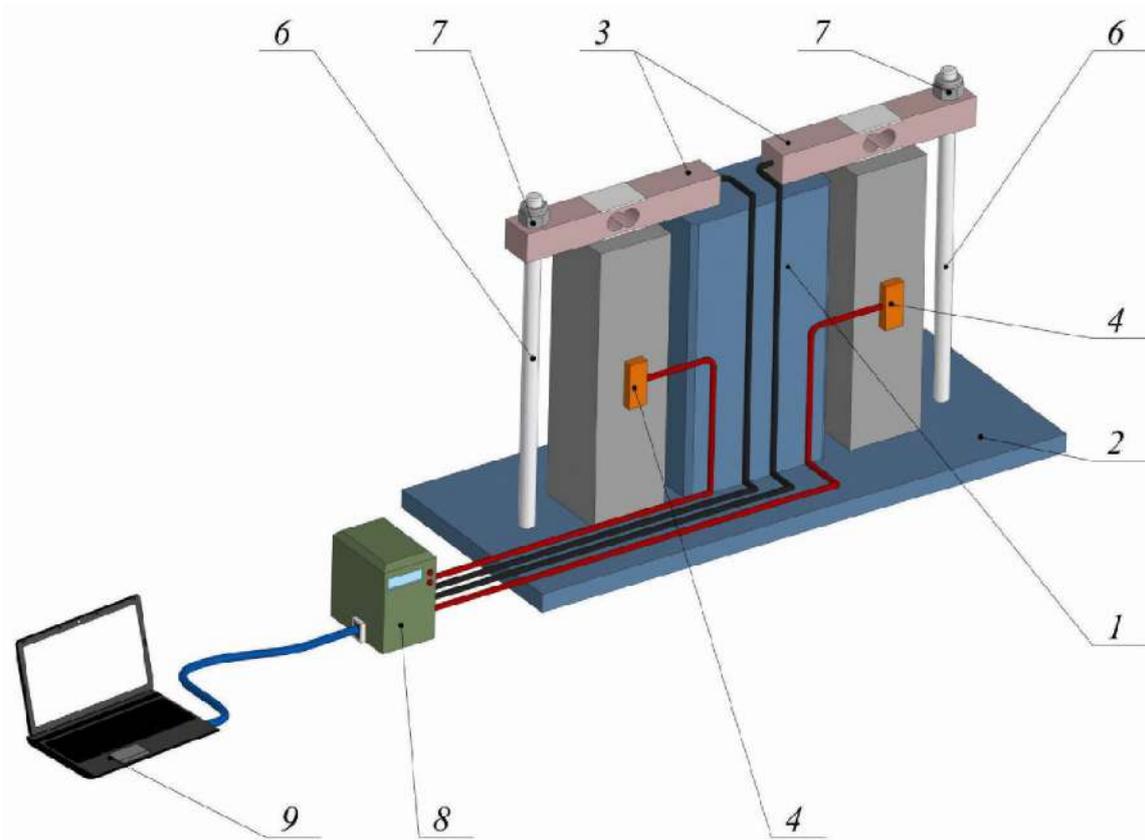
fixed, on which threaded end the clamping nut is installed, by one end the strain gauges are fixed from above on the vertical plate, and by the other through the holes, which are made in the side parts, the strain gauges are fixed on the threaded stud by the clamping nut, wherein the vertical plate, the horizontal base, the studs and the hold-down nuts are made of "Invar" material not subject to thermal deformation.

EFFECT: improving measurement accuracy of own internal stresses of cement sample.

1 cl, 3 dwg

**RU 2 838 840 C1**

**RU 2 838 840 C1**



Фиг. 2

RU 2838840 C1

RU 2838840 C1

Изобретение относится к области строительства нефтяных и газовых скважин и предназначено для исследования процессов образования и изменения собственных внутренних напряжений в формирующемся цементном камне в условиях изменения окружающей температуры от отрицательных до положительных значений.

5 Известна экспериментальная установка УОНДА-1420 (Печеный Б.Г. Битумы и битумные композиции. - М.: Химия. -1990. - 256 с.) для определения внутренних структурных и температурных усадочных напряжений, а также трещиностойкости, которая включает в себя испытательную машину из прямоугольной сварной из швеллера 10 рамы, двух тяг на шарнирах, соединенных с захватами испытуемого образца, кварцевого стержня, динамометра, ходового винта, грузовой гайки, электрического привода из редуктора, электромагнитной муфты, мотора - вариатора и электрической цепи с контактами, холодильной установки с жидким азотом, электронагревательной установки, пульта измерения температуры, усилий, деформаций.

Недостатками данной установки являются сложность конструкции, обусловленная 15 наличием горизонтально расположенной системы «тяга - образец - тяга - динамометр - ходовой винт - грузовая гайка», регулировка которой обеспечивается наличием подпружиненных подвесок и винтов, для работы установки необходим электрический привод, состоящий из редуктора, электромагнитной муфты, мотора-вариатора и электрической цепи с контактами, необходимость использования холодильной установки 20 с жидким азотом для охлаждения испытуемого образца и электропечи для его нагрева.

Известно устройство для измерения внутренних напряжений (авторское свидетельство SU № 627308, опубл. 10.05.1978), возникающих в конструкциях при изменении влажности или температуры материала, которое представляет собой основание в виде двух штанг с резьбой, расположенных соосно и соединенных гайкой, два захвата, размещенных 25 на свободных концах штанг и выполнены в виде винта, скользящей втулки, на которой закреплен упругий элемент с тензорезисторами, фигурной гайки, внутри которой размещена втулка, и цанговым зажимом, соединяющим фигурную гайку с соответствующим зажимом.

Недостатками данной установки являются тензорезисторы установленные на круглом 30 упругом элементе, который через винтовую пару связан с исследуемым образцом шурупами, а не на самом исследуемом образце, при измерениях не учитывается термическое расширение элементов конструкции устройства, исследование образца возможно только при положительных температурах.

Известна экспериментальная установка для определения теплостойкости и внутренних 35 напряжений в полимерах с использованием компьютерных технологий (А.Ю. Крутов, С.А. Иванов, Тамбовский государственный технический университет, Сборник статей магистрантов. -2006.-Вып.5.-С.86-89) которая включает в себя основание, зажим для образца, тягу, упругий элемент с тензодатчиками, нагреватель, термопару с датчиком температуры, аналогово-цифровой преобразователь, ПЭВМ.

40 Недостатками данной установки являются тензодатчики, установленные не на самом исследуемом образце, а на упругом элементе, не учитывается термическое расширение зажима для образца и тяги, не учитываются упругие характеристики упругого элемента, соединенного через тягу с зажимом образца, исследование образца возможно только при положительных температурах.

45 Известна установка для измерения собственных напряжений (давления расширения) методом механической компенсации деформаций материала ("Методические рекомендации по определению собственных напряжений в цементном камне и бетоне", секция коррозии и спецбетонов НТС НИИЖБ Госстроя СССР от 1 ноября 1984 г.,

рис.1), в состав которой входит основание, шарнирно закреплённый двуплечий рычаг с конечными выключателями, релейные индикаторы, шток с пуансоном, груз с противовесом, электродвигатель, вращающийся подъёмный столик для образца.

Недостатками данного устройства являются необходимость наличия груза массой 10-11 кг и противовеса такой же массы, необходимость строго вертикального положения установки, исследование цементных образцов возможно только при положительных температурах, погрешность при измерении до 7%.

Известно устройство для определения внутренних напряжений и трещиностойкости материалов (патент RU № 2315962, опубл. 27.01.2008), принятая за прототип, для проведения испытаний материалов на трещиностойкость при действии структурных и температурных усадочных напряжений и старения, которое представляет собой форму, состоящую из связанных между собой болтами двух поперечных металлических пластин и двух боковых металлических пластин, двух захватов для испытуемого образца, тензодатчиков с регистрирующей системой сигналов, термопары с регистрирующим прибором.

Недостатками данной установки являются тензодатчики установленные не на самом исследуемом образце, а на боковых металлических пластинах, которые связаны болтами с двумя поперечными металлическими пластинами, которые в свою очередь связаны болтами с захватами образца цементного камня, захваты и боковые металлические пластины выполнены из материалов с различным термическим коэффициентом линейного расширения, не учитывается термическое расширение болтов, которыми крепятся поперечные металлические пластины к боковым металлическим пластинам с тензодатчиками и к захватам образца.

Техническим результатом является повышение точности измерения собственных внутренних напряжений цементного образца.

Технический результат достигается тем, что содержит вертикальную пластину, которая выполнена в форме прямоугольника, установленную в центре горизонтального основания, в котором выполнены отверстия, в которые вертикально установлены и закреплены резьбовые шпильки, на резьбовой конец которой установлена прижимная гайка, тензодатчики одним концом закреплены сверху на вертикальной пластине, а – другим через отверстия, которые выполнены в боковых частях тензодатчики закреплены на резьбовой шпильки прижимной гайкой, при этом вертикальная пластина, горизонтальное основание, шпильки и прижимные гайки выполнены из не подверженного температурной деформации материала «Инвар».

Устройство поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 – общий вид устройства;

фиг. 2 – 3D модель устройства в комплекте с образцами цементного камня;

фиг. 3 – схема работы устройства, где:

1 – вертикальная пластина;

2 – горизонтальное основание;

3 – тензодатчик;

4 – термодатчики;

5 – образец цементного камня;

6 – резьбовая шпилька;

7 – прижимная гайка;

8 – регистратор сигналов;

9 – компьютер;

10 – кабели.

Устройство для измерения собственных внутренних напряжений при формировании цементного камня в условиях изменения окружающей температуры включает вертикальную пластину 1 (фиг. 1-3), которая выполнена в форме прямоугольника и толщиной не менее 20 мм, установленную в центре горизонтального основания 2, которое выполнено в форме прямоугольника и толщиной не менее 20 мм. Резьбовые шпильки вертикально установлены и закреплены в отверстия, которые выполнены в горизонтальном основании 2. На резьбовой конец шпильки 6 установлена прижимная гайка 7. Тензодатчики 3 одним концом закреплены сверху на вертикальной пластине 1, а – другим через отверстия, которые выполнены в боковых частях тензодатчики 3 закреплены на резьбовой шпильки 6 прижимной гайкой 7. Прямоугольная вертикальная пластина 1, прямоугольное горизонтальное основание 2, шпильки 6 и прижимные гайки 7 изготовлены из не подверженного температурной деформации материала «Инвар». Термодатчики 4 выполнены с возможностью установки на образец цементного камня 5. Выходы тензодатчиков 2 и термодатчиков 4 соединены через кабели с входом регистратора сигналов 8, выход которого соединён со входом компьютера 9. Кабели закреплены вдоль боковой поверхности вертикальной пластины 1 и на горизонтальном основании 2.

Устройство работает следующим образом. Из цементного раствора заданной рецептуры с известным сроком ожидаемого затвердевания цемента готовится образец цементного камня 5 размером 40мм×40мм×160мм со сроком схватывания цемента равным половине срока ожидаемого затвердевания цемента. Образец цементного камня 5 закрепляется в устройстве измерения таким образом, чтобы горизонтальное основание 2 и тензодатчики 3 плотно, но без усилия, прилегали к торцам образца цементного камня 5. Сбоку на образец цементного камня 5 устанавливается термодатчик 4. Подключается регистратор сигналов 8 и компьютер 9. Вращением прижимной гайки 7 на заворот по резьбе шпильки 6 тензодатчик 3 прижимается к образцу цементного камня 5. В тензодатчике 3 возникает определённое внутреннее напряжение, которое принимается за нулевое значение системы начального давления. При охлаждении образца цементного камня 5 он сжимается, уменьшая давление на тензодатчик 3, и установленное внутреннее напряжение в тензодатчике 3 уменьшается на величину сжимающего усилия. И наоборот - при отогреве образца цементного камня 5 происходит его линейное расширение и он начинает давить на тензодатчик 3. Это приводит к увеличению внутреннего напряжения в тензодатчике 3 на величину усилия расширения. Изменения внутреннего напряжения в тензодатчике 3, обусловленные линейным сжатием или расширением образца цементного камня 5 при его охлаждении или отогреве фиксируются регистратором сигналов 8 с дальнейшей их обработкой на компьютере 9. Информация с термодатчиков 4 передается на вход регистратора сигналов 8, с выхода которого информация передается на вход компьютера 9, где в программном продукте проводится обработка полученных данных.

Конструкция устройства, в котором детали выполнены из материала «Инвар», который не подвергается температурной деформации и обеспечен плотный контакт тензодатчиков и термодатчиков непосредственно с испытуемым образцом цементного камня позволяет обеспечить высокую точность измерений собственных внутренних напряжений исследуемого образца цементного камня при изменении окружающей температуры.

#### (57) Формула изобретения

Устройство для измерения собственных внутренних напряжений при формировании

цементного камня в условиях изменения окружающей температуры, включающее основание с горизонтальной металлической формой, тензодатчики, термопару, регистратор сигналов, отличающееся тем, что содержит вертикальную пластину, которая выполнена в форме прямоугольника, установленную в центре горизонтального основания, в котором выполнены отверстия, в которые вертикально установлены и закреплены резьбовые шпильки, на резьбовой конец которой установлена прижимная гайка, тензодатчики одним концом закреплены сверху на вертикальной пластине, а другим - через отверстия, которые выполнены в боковых частях тензодатчики, закреплены на резьбовой шпильки прижимной гайкой, при этом вертикальная пластина, горизонтальное основание, шпильки и прижимные гайки выполнены из не подверженного температурной деформации материала «Инвар».

15

20

25

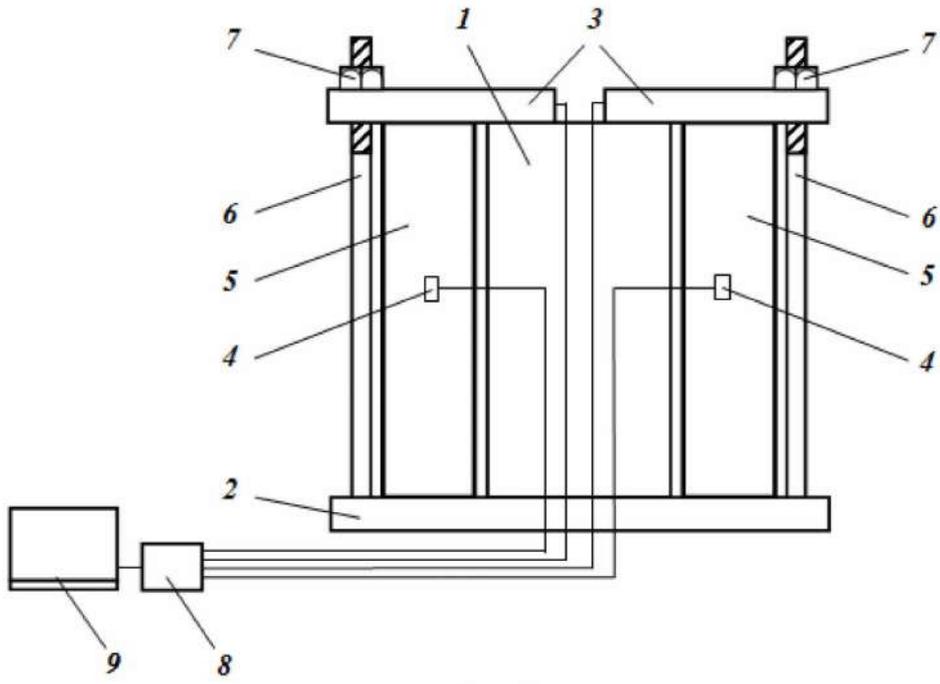
30

35

40

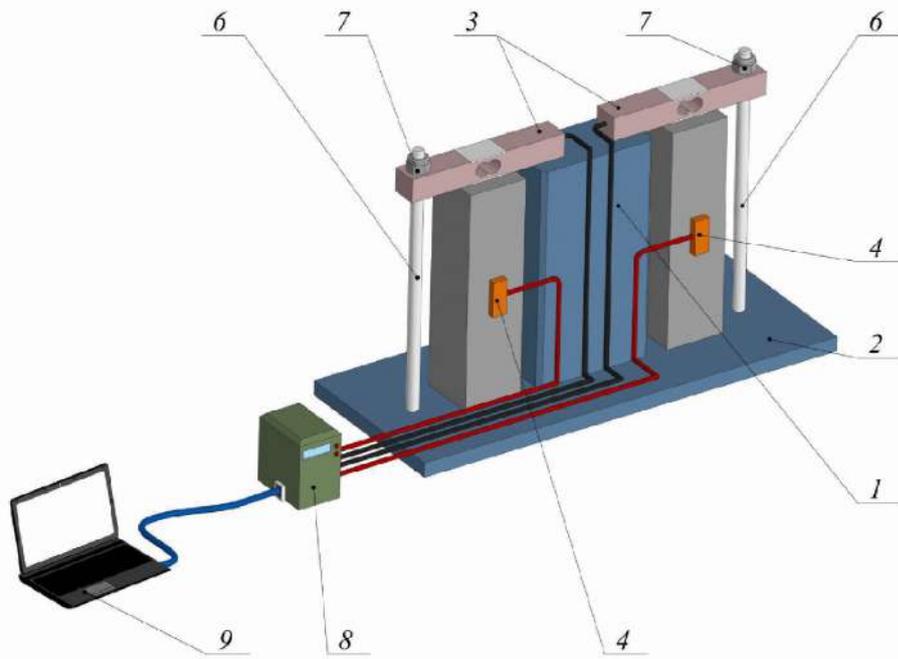
45

1

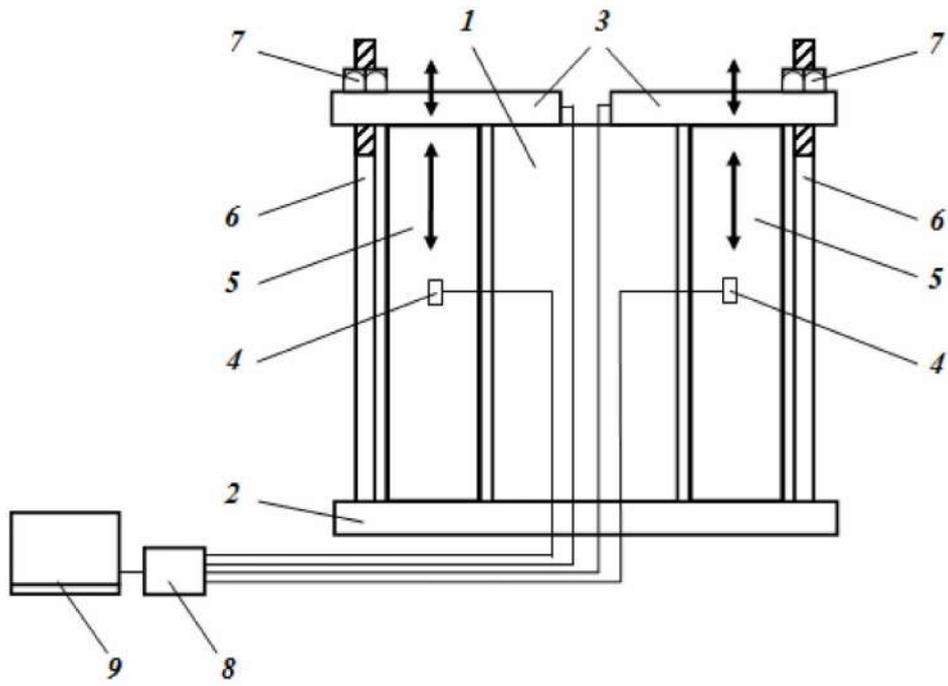


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3