

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2714516

### ТЕРМОНАГРУЖАТЕЛЬ К СТЕНДУ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ МАТЕРИАЛОВ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Лодус Евгений Васильевич (RU),  
Монтиков Андрей Владимирович (RU)*

Заявка № 2019124371

Приоритет изобретения 29 июля 2019 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 18 февраля 2020 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 29 июля 2039 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01N 3/18 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2019124371, 29.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.07.2019

Дата регистрации:  
18.02.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.07.2019

(45) Опубликовано: 18.02.2020 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий, отдел  
ИС и ТТ

(72) Автор(ы):

Лодус Евгений Васильевич (RU),  
Монтиков Андрей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

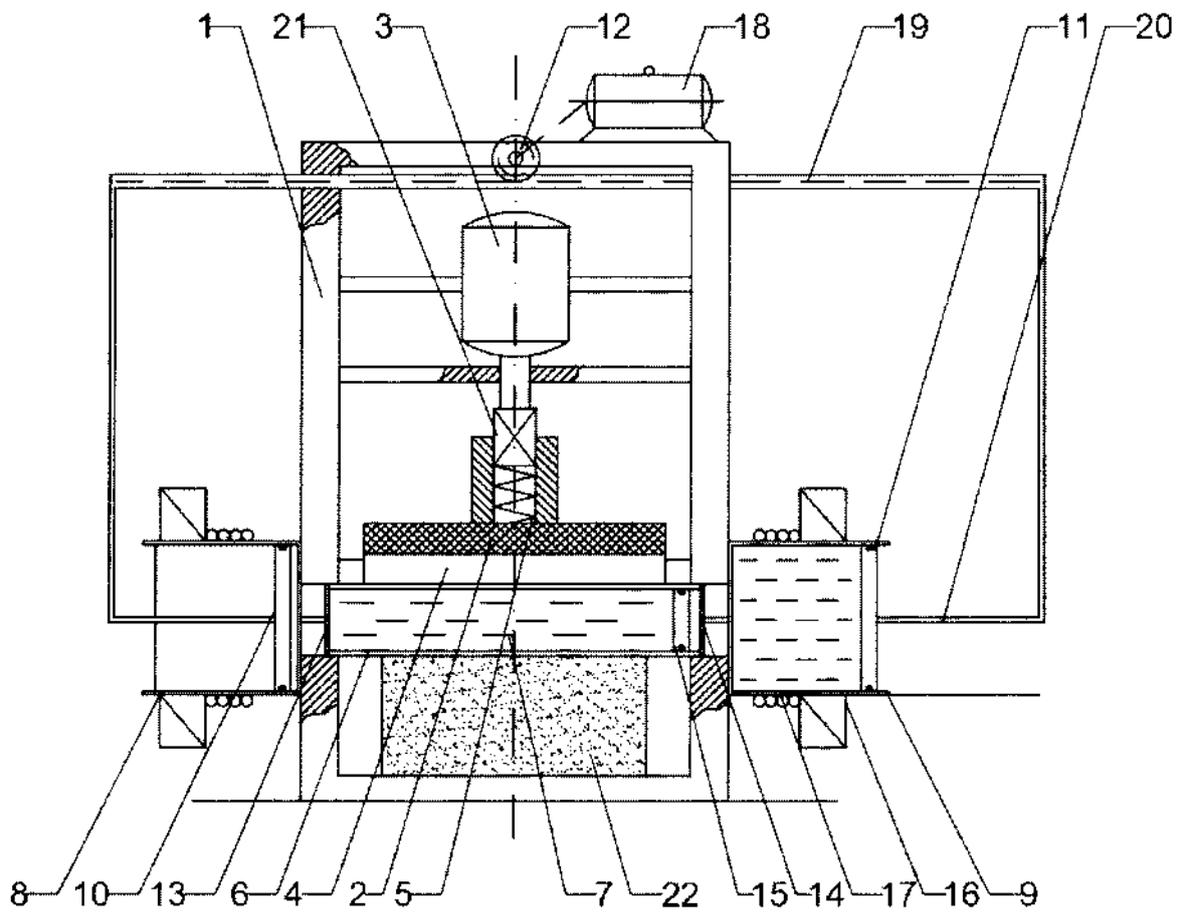
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2367926 C1, 20.09.2009. RU  
2593520 C1, 10.08.2016. RU 2510005 C1,  
20.03.2014. WO 1994014046 A2, 23.06.1994.

## (54) ТЕРМОНАГРУЖАТЕЛЬ К СТЕНДУ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ МАТЕРИАЛОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам испытаний образцов материалов при сложном нагружении и может быть использовано совместно со стендами для физического моделирования геомеханических процессов на образцах горных пород и эквивалентных материалах. Термонагружатель содержит платформу, размещенные на ней фрикционный диск с приводом вращения, опорную площадку из теплопроводного материала, приспособление для взаимного поджатия диска и площадки, термонагружающую емкость из теплопроводного материала, закрепленную на опорной площадке и заполненную теплопроводной средой. Термонагружатель дополнительно снабжен двумя гидравлическими цилиндрами с поршнями, на каждом из которых установлены холодильная установка и

нагреватель, а также устройством для синхронного противоположного перемещения поршней относительно их гидроцилиндров, при этом термонагружающая емкость выполнена в форме цилиндра с торцевыми крышками и разделительным поршнем, а подпоршневые полости разделительного поршня соединены с соответствующими гидравлическими цилиндрами, один из которых заполнен теплопроводной средой. Технический результат: возможность проводить испытания как при плавном, так и при ступенчатом термическом нагружении образцов с возможностью изменения как скорости изменения и величины ступеней термической нагрузки, так и их знака, что повышает качество испытаний образцов материалов на стендах с термонагружением. 1 ил.



Фиг.1

RU 2714516 C1

RU 2714516 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01N 3/18 (2019.08)*

(21)(22) Application: **2019124371, 29.07.2019**

(24) Effective date for property rights:  
**29.07.2019**

Registration date:  
**18.02.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **29.07.2019**

(45) Date of publication: **18.02.2020** Bull. № 5

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel  
intellektualnoj sobstvennosti i transfera  
tehnologij, otdel IS i TT**

(72) Inventor(s):

**Lodus Evgenij Vasilevich (RU),  
Montikov Andrej Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **THERMAL LOADER TO BENCH FOR TESTING SAMPLES OF MATERIALS**

(57) Abstract:

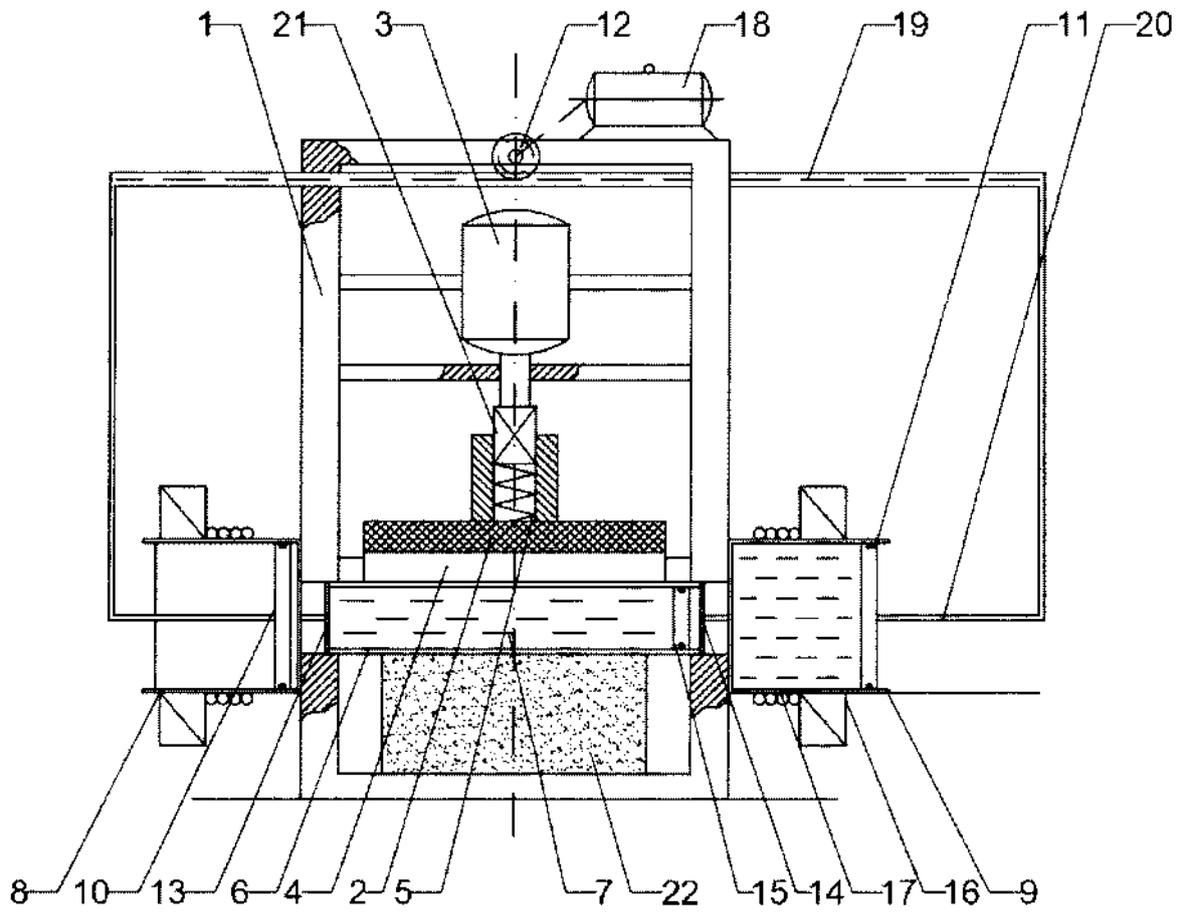
FIELD: test equipment.

SUBSTANCE: invention relates to means of testing samples of materials at complex loading and can be used together with stands for physical modeling of geomechanical processes on samples of rocks and equivalent materials. Thermal loader comprises a platform, a friction disk with a rotary drive, a support pad made of heat-conducting material, a device for mutual pressing of the disc and the platform, thermo-loading container of heat-conducting material, fixed on support platform and filled with heat-conducting medium. Thermal loader is additionally equipped with two hydraulic cylinders with pistons, on each of which refrigerating plant and heater are installed, as well as

device for synchronous opposite displacement of pistons relative to their hydraulic cylinders, wherein thermal loading reservoir is made in the form of cylinder with end covers and separating piston, and under piston cavities of separating piston are connected to corresponding hydraulic cylinders, one of which is filled with heat conducting medium.

EFFECT: possibility of performing tests both at smooth and stepped thermal loading of samples with possibility of changing both change rate and value of thermal load stages, and their sign, which improves quality of testing of samples of materials at test benches with thermal load.

1 cl, 1 dwg



Фиг.1

RU 2714516 C1

RU 2714516 C1

Изобретение относится к средствам испытаний образцов материалов при сложном нагружении и может быть использовано совместно со стендами для физического моделирования геомеханических процессов на образцах горных пород и эквивалентных материалах.

5 Известна установка для испытания материалов на прочность (патент РФ, №1525543, опубл. 30.11.1989), содержащая платформу, размещенные на ней фрикционный диск с приводом вращения, опорную площадку из теплопроводного материала и приспособление для взаимного поджатия диска и площадки.

10 Недостатком установки является возможность проведения испытания только при плавном термическом нагружении и только при положительной температуре. Изменение уровня температуры на образце осуществляется изменением скорости вращения фрикционного диска, что может быть реализовано только при плавном режиме. К тому же фрикционный нагрев обеспечивает только положительные температуры относительно окружающей среды и нагружение образца минусовыми температурами неосуществимо.  
15 Это снижает качество исследований качества образцов материалов на стендах с термонагружением.

Известна установка для испытания образцов при плоском напряженном состоянии (патент РФ, №1603224, опубл. 30.10.1990), содержащая платформу, размещенные на ней фрикционный диск с приводом вращения, опорную площадку из теплопроводного  
20 материала и приспособление для взаимного поджатия диска и площадки.

Недостатком данной установки, как и предыдущей, является возможность проведения испытания только при плавном термическом нагружении и только при положительной температуре. Здесь также изменение уровня температуры на образце осуществляется изменением скорости вращения фрикционного диска, что может быть реализовано  
25 только при плавном режиме. И здесь фрикционный нагрев обеспечивает только положительные температуры относительно окружающей среды и нагружение образца минусовыми температурами неосуществимо. Это снижает качество исследований качества образцов материалов на стендах с термонагружением.

Известен способ испытания образцов на термомеханическую прочность и установка  
30 для его осуществления (патент РФ, №1610382, опубл. 30.11.1990). Установка содержит платформу, размещенные на ней фрикционный диск с приводом вращения, опорную площадку из теплопроводного материала и приспособление для взаимного поджатия диска и площадки.

Недостатком данной установки, как и предыдущей, является возможность проведения  
35 испытания только при плавном термическом нагружении и только при положительной температуре. Здесь также изменение уровня температуры на образце осуществляется изменением скорости вращения фрикционного диска, что может быть реализовано только при плавном режиме. И здесь фрикционный нагрев обеспечивает только положительные температуры относительно окружающей среды и нагружение образца  
40 минусовыми температурами неосуществимо. Это снижает качество исследований качества образцов материалов на стендах с термонагружением.

Известен термонагружатель к стенду для испытания образцов материалов (патент РФ, №2367926, опубл. 20.09.2009), содержащий платформу, размещенные на ней фрикционный диск с приводом вращения, опорную площадку из теплопроводного  
45 материала и приспособление для взаимного поджатия диска и площадки.

Недостатком данной установки, как и предыдущей, является возможность проведения испытания только при плавном термическом нагружении и только при положительной температуре. Здесь также изменение уровня температуры на образце осуществляется

изменением скорости вращения фрикционного диска, что может быть реализовано только при плавном режиме. И здесь фрикционный нагрев обеспечивает только положительные температуры относительно окружающей среды и нагружение образца минусовыми температурами неосуществимо. Это снижает качество исследований

5 качество образцов материалов на стендах с термонагружением.

Известен термонагружатель к стенду для испытания образцов материалов (патент РФ, №2593520, опубл. 10.08.2015) принятый за прототип, содержащий платформу, размещенные на ней фрикционный диск с приводом вращения, опорную площадку из теплопроводного материала, приспособление для взаимного поджатия диска и

10 площадки, термонагружающую емкость из теплопроводного материала, закрепленную на опорной площадке и заполненную теплопроводной средой.

Недостатком данной установки, как и предыдущей, является возможность проведения испытания только при плавном термическом нагружении и только при положительной температуре. Здесь также изменение уровня температуры на образце осуществляется

15 изменением скорости вращения фрикционного диска, что может быть реализовано только при плавном режиме. И здесь фрикционный нагрев обеспечивает только положительные температуры относительно окружающей среды и нагружение образца минусовыми температурами неосуществимо. Это снижает качество исследований

качество образцов материалов на стендах с термонагружением.

Техническим результатом является повышение качества испытаний образцов материалов на стендах с термонагружением путем обеспечения возможности проводить испытания как при плавном, так и при ступенчатом термическом нагружении образцов с возможностью изменения как скорости изменения и величины ступеней термической

20 нагрузки, так и их знака.

Технический результат достигается тем, что термонагружатель дополнительно снабжен двумя гидравлическими цилиндрами с поршнями, на каждом из которых установлены холодильная установка и нагреватель, а так же устройством для синхронного противоположного перемещения поршней относительно их

25 гидроцилиндров, при этом термонагружающая емкость выполнена в форме цилиндра с торцевыми крышками и разделительным поршнем, а подпоршневые полости

30 разделительного поршня соединены с соответствующими гидравлическими цилиндрами, один из которых заполнен теплопроводной средой

Термонагружатель к стенду для испытания образцов материалов поясняется следующей фигурой:

35 фиг. 1 - общая схема устройства

1 - платформа;

2 - фрикционный диск;

3 - привод вращения;

4 - опорная площадка;

40 5 - приспособление для взаимного поджатия диска и площадки;

6 - термонагружающая емкость;

7 - теплопроводная среда;

8 - первый гидравлический цилиндр;

9 - второй гидравлический цилиндр;

45 10 - первый поршень;

11 - второй поршень;

12 - устройство для синхронного противоположного перемещения поршней относительно их гидроцилиндров;

- 13 - первая торцевая крышка;
- 14 - вторая торцевая крышка;
- 15 - разделительный поршень;
- 16 - холодильная установка;
- 5 17 - нагреватель;
- 18 - реверсивный привод;
- 19 - зубчатый ползун;
- 20 - толкатель;
- 21 - многогранник;
- 10 22 - испытуемый образец.

Термонагружатель к стенду для испытания образцов материалов содержит платформу 1, размещенные на ней фрикционный диск 2 с приводом вращения 3, опорную площадку 4 из теплопроводного материала, приспособление для взаимного поджатия диска и площадки 5, термонагружающую емкость 6 из теплопроводного материала, 15 закрепленную на опорной площадке 4 и заполненную теплопроводной средой 7.

Термонагружатель снабжен первым гидравлическим цилиндром 8, вторым гидравлическим цилиндром 9 с первым поршнем 10 и вторым поршнем 11 и устройством для синхронного противоположного перемещения поршней 12 относительно их гидроцилиндров 8, 9. Термонагружающая емкость 6 выполнена в форме цилиндра с 20 первой торцевой крышкой 13, второй торцевой крышкой 14 и разделительным поршнем 15. Подпоршневые полости разделительного поршня 15 соединены с соответствующими первым гидравлический цилиндром 8 и вторым гидравлический цилиндром 9. Вторым гидроцилиндр 9 заполнен теплопроводной средой. Холодильные установки 16, типовой конструкции установлены на первом гидравлическом цилиндре 8 и втором 25 гидравлическом цилиндре 9. Нагреватели 17, типовой конструкции установлены на первом гидравлическом цилиндре 8 и втором гидравлическом цилиндре 9.

Устройство для синхронного противоположного перемещения поршней относительно их гидроцилиндров 12 может быть выполнено, например, в виде шестерни с реверсивным 30 приводом 18 ее вращения, зубчатого ползуна 19, находящегося в зацеплении с шестерней и кинематически связанного противоположными торцами с первым поршнем 10 и вторым поршнем 11 толкателями 20. Холодильная установка 16 имеет типовую конструкцию, адаптированную для охлаждения наружных поверхностей первого гидравлического цилиндра 8 и второго гидравлического цилиндра 9. Нагреватель 17 для нагрева первого гидравлического цилиндра 8 и второго гидравлического цилиндра 35 9 также имеет типовую конструкцию. Холодильная установка 16 и нагреватель 17 могут быть установлены как на одном, так и на первом гидравлическом цилиндре 8 и втором гидравлическом цилиндре 9 в зависимости от задач исследований. Приспособление для взаимного поджатия диска и площадки 5 может быть выполнено, например в виде пружины с винтом для ее поджатия (винт не показан). Вращение от привода вращения 40 3 к фрикционному диску 2 передается, например, многогранником 21.

Термонагружатель работает следующим образом. Приспособление для взаимного поджатия диска и площадки 5 задают усилие. Затем включают привод вращения 3 и приводят во вращение фрикционный диск 2 относительно опорной площадки 4. В результате фрикционного взаимодействия происходит нагрев опорной площадки 4, 45 термонагружающей емкости 6 и теплопроводной среды 7, что создает термическое нагружение участка поверхности испытуемого образца 22 по площади контакта его с термонагружающей емкостью 6. Температуру нагрева регулируют усилием поджатия фрикционного диска 2 к опорной площадке 4, а также скоростью вращения

фрикционного диска 2 приводом вращения 3.

Для плавного повышения термической нагрузки на образец повышают скорость вращения диска приводом вращения 3 или повышают усилие поджатия фрикционного диска 2 к опорной площадке 4. Для плавного уменьшения термической нагрузки уменьшают скорость вращения привода вращения 3 или уменьшают усилие поджатия фрикционного диска 2 к площадке опорной 4.

Для ступенчатого снижения термической нагрузки выключают привод вращения 3, включают реверсивный привод 18 и устройство для синхронного противоположного перемещения поршней относительно их гидроцилиндров 12 перемещают ползун 19 влево и толкателями 20 синхронно перемещают первый поршень 10 и второй поршень 11 влево относительно первого гидравлического цилиндра 8 и второго гидравлического цилиндра 9. В результате теплопроводная среда 7, имеющая высокую заданную температуру в термонагружающей емкости 6, разделительным поршнем 15 вытесняется в первый гидравлический цилиндр 8 и замещается более холодной теплопроводной средой с температурой, близкой к комнатной, из второго гидравлического цилиндра 9. Происходит интенсивное изменение температуры образца 22 в зоне контакта его с термонагружающей емкостью 6 вследствие интенсивного охлаждения корпуса термонагружающей емкости 6 более холодной теплопроводной средой. Для более интенсивного снижения температуры образца теплопроводную среду, находящуюся во втором гидравлическом цилиндре 9 предварительно охлаждают с применением холодильной установки 16. При использовании незамерзающей теплопроводной среды термическое нагружение проводят в зоне отрицательных температур.

Для ступенчатого повышения термической нагрузки после плавного ее увеличения или снижения, как описано выше, теплопроводную среду во втором гидравлическом цилиндре 9 предварительно нагревают нагревателем 17 до температуры, большей температуры среды в термонагружающей емкости 6, и проводят замещение среды из второго гидравлического цилиндра 9 в термонагружающую емкость 6, как описано выше.

Второй цикл термического нагружения проводят аналогично описанному, но с использованием первого гидравлического цилиндра 8, используя при необходимости размещенные на нем холодильную установку или нагреватель. При этом положительное или отрицательное значение прикладываемой термической нагрузки задается уровнем охлаждения или нагрева теплопроводной среды.

Таким образом, предлагаемый термонагружатель позволяет проводить испытания как при плавном, так и при ступенчатом термическом нагружении образцов с возможностью изменения как скорости изменения и величины ступеней термической нагрузки, так и их знака, что повышает качество испытаний образцов материалов на стендах с термонагружением.

#### (57) Формула изобретения

Термонагружатель к стенду для испытания образцов материалов, содержащий платформу, размещенные на ней фрикционный диск с приводом вращения, опорную площадку из теплопроводного материала, приспособление для взаимного поджатия диска и площадки, термонагружающую емкость из теплопроводного материала, закрепленную на опорной площадке и заполненную теплопроводной средой, отличающийся тем, что он дополнительно снабжен двумя гидравлическими цилиндрами с поршнями, на каждом из которых установлены холодильная установка и нагреватель, а также устройством для синхронного противоположного перемещения поршней

относительно их гидроцилиндров, при этом термонагружающая емкость выполнена в форме цилиндра с торцевыми крышками и разделительным поршнем, а подпоршневые полости разделительного поршня соединены с соответствующими гидравлическими цилиндрами, один из которых заполнен теплопроводной средой.

5

10

15

20

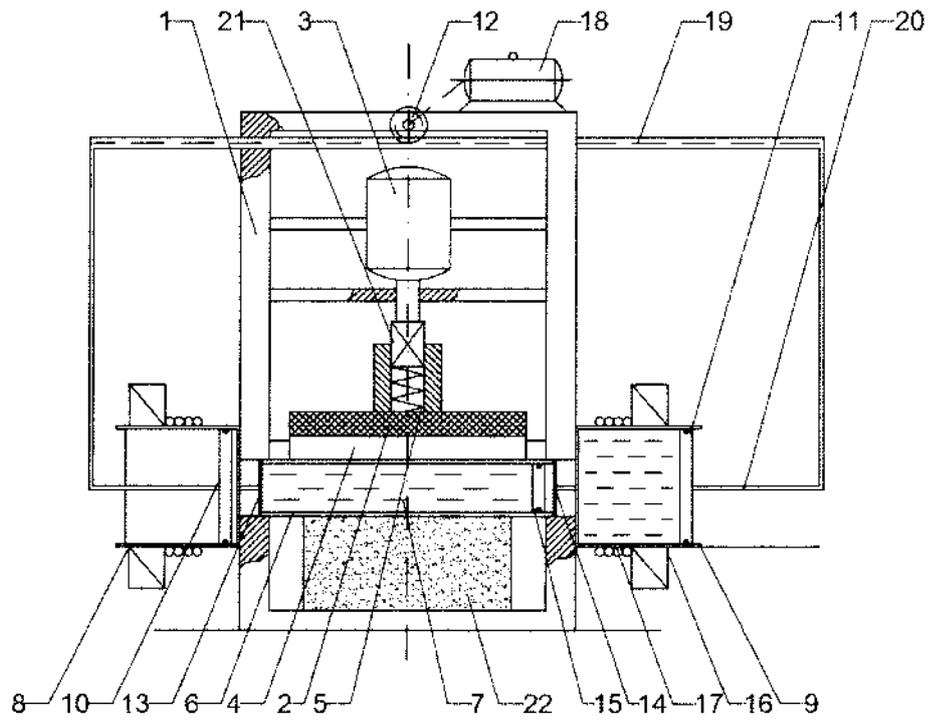
25

30

35

40

45



Фиг.1