



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

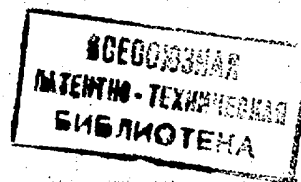
(19) SU (11) 1755152A1

(51) G 01 N 25/18

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 4889715/25

(22) 10.12.90

(46) 15.08.92. Бюл. № 30

(71) Казанский государственный универси-
тет им. В.И. Ульянова-Ленина

(72) А.А. Липаев

(56) Авторское свидетельство СССР
№ 779870, кл. G 01 N 25/18, 1979.

Авторское свидетельство СССР
№ 1327975, кл. G 01 N 25/18, 1986.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИ-
АЛОВ

2

(57) Использование: в измерительной техни-
ке, в частности при определении теплофизи-
ческих свойств пористых материалов путем
воздействия на исследуемый образец раз-
ноосного внешнего и внутрипорового дав-
лений. Сущность изобретения: в устройство
введена система задания и регистрации
осевой нагрузки, подпятник и поршень, вхо-
дящий в отверстие крышки рабочей камеры,
причем подпятник и поршень являются од-
новременно первым и вторым эталонами,
теплопроводность и температуропровод-
ность которых удовлетворяют соотноше-
нию, приведенному в формуле изобретения.
1 ил.

Изобретение относится к измеритель-
ной технике, в частности к устройствам для
определения теплофизических свойств ма-
териалов, например, образцов горных по-
род при воздействии на них разностного
внешнего и внутрипорового давлений.

Известно устройство для измерения
теплопроводности твердых веществ мето-
дом стационарного теплового потока, со-
держащее автоклав с крышкой, термопары,
основной и, охранный нагреватели, холо-
дильник, сильфон герметически соединяю-
щий охранный нагреватель с крышкой
автоклава, пружиненные капилляры для
термопар и токоподводов нагревателей, ус-
тановленные в отверстиях крышки автокла-
ва и нагревателей.

Основными недостатками этого устрой-
ства являются: длительность процесса из-
мерения, обусловленная временем выхода
на стационарный режим; невозможность
определения всего комплекса теплофизиче-
ских свойств исследуемого материала; от-

сутствие воздействия на образец внутрипо-
рового давления, что не позволяет опреде-
лять теплопроводность образцов горных
пород в условиях приближенных к пласто-
вым.

Наиболее близким по технической сущ-
ности к предлагаемому является устройство
для определения теплофизических свойств
материалов, которое содержит рабочую ка-
меру с крышкой, для эталона, расположен-
ные с зазором для исследуемого образца,
окруженном непроницаемой оболочкой, за-
крепленной на боковой поверхности этало-
нов, плоский источник тепловых колебаний,
помещенный на границе одного эталона с
зазором и соединенный через генератор
тепловых колебаний с блоком управления и
регистрации, две дифференциальные тер-
мопары, помещенные каждая в эталоне и
подключенные через предварительный уси-
литель постоянного тока к системе управле-
ния и регистрации, систему задания
давления, один канал которой связан с по-

(19) SU (11) 1755152A1

лостью, образованной непроницаемой оболочкой и торцами эталонов, а второй подключен к рабочей камере [2].

Однако, известное устройство не предусматривает воздействия на исследуемый образец разностного давления, что не позволяет определять теплофизические свойства образцов горных пород в условиях сложноподвиженного состояния, характерного для их естественного залегания, и влияет на достоверность получаемых результатов.

Цель изобретения – расширение области применения за счет возможности определения теплофизических свойств пористых материалов при воздействии на образец разностного внешнего и внутрипорового давлений и повышение точности.

Поставленная цель достигается тем, что в устройстве, содержащее рабочую камеру с крышкой, два эталона, расположенные с зазором для исследуемого образца, окруженном непроницаемой оболочкой, закрепленной на боковой поверхности эталонов, плоский источник тепловых колебаний, помещенный на границе первого эталона с зазором и соединенный через генератор тепловых колебаний с блоком управления и регистрации, дифференциальную термопару, помещенную на торцах второго эталона и подключенную через предварительный усилитель постоянного тока к системе управления и регистрации, систему задания давления, один канал которой связан с полостью, образованной непроницаемой оболочкой и торцами эталонов, а второй подключен к рабочей камере, дополнительно введена система задания и регистрации осевого давления, первый эталон выполнен в виде подпятника, второй эталон – поршня, входящего в отверстие крышки рабочей камеры, а теплофизические свойства эталонов удовлетворяют отношению:

$$1 < \frac{\lambda_2}{\sqrt{a_2}} : \frac{\lambda_1}{\sqrt{a_1}} \leq 20, \quad (1)$$

где λ_i и a_i – соответственно, теплопроводность и температуропроводность первого и второго эталонов.

Предлагаемое устройство представлено на чертеже.

Устройство для определения теплофизических свойств материалов содержит внешний термостат 1, корпус рабочей камеры высокого давления 2 с крышкой, имеющий отверстие для выхода поршня, затвор 3 с предохранительным кольцом 4, крышку 5, струбину 6, давяльный патрон, состоя-

щий из корпуса 7 и поршня 8, манометр 9, индикатор 10, поршень (2-ой эталон) 11 с помещенной в нем дифференциальной термопарой 12, исследуемый образец 13, непроницаемую оболочку 14, плоский источник тепловых колебаний 15, размещенный на торце первого эталона (подпятника) 16, гидравлический насос 17 переменного внутрипорового давления с подводным трубопроводом и краном 18, манометром 19, предварительный усилитель постоянного тока 20, аналого-цифровой преобразователь 21, миниЭВМ 22, генератор тепловых колебаний 23, гидравлический насос переменного давления бокового обжатия 24 с краном 25, подводным трубопроводом 26 и манометром 27.

Теплофизические свойства материалов, в т.ч. горных пород-коллекторов определяются на образцах в форме пластины, толщиной от единиц миллиметров до 20 мм. Полуограниченное тело (1-ый эталон) 16 выполняется из фторопласта, обладающего

низкими значениями параметра $\frac{\lambda_1}{\sqrt{a_1}} = 0,78 \cdot 10^3, \text{ Вт с}^{0,5}/(\text{м}^2\text{К})$, его длина составляет 15 мм. Для предотвращения ползучести эталон из фторопласта вмонтирован в днище камеры высокого давления. На торце 1-го эталона методом напыления нанесен плоский электронагреватель изолированный от контакта с образцом. Полуограниченное тело 11 (2-ой эталон) выполнено из низкотеплопроводной нержавеющей стали ($\frac{\lambda_2}{\sqrt{a_2}} = 6,4 \cdot 10^3, \text{ Вт с}^{0,5}/(\text{м}^2\text{К})$) длиной 80 мм.

Рабочий спай дифференциальной термопары "Хромель-копель" вмонтирован во 2-ой эталон на расстоянии 2 мм от торца, находящегося в контакте с образцом, а холодный спай расположен на расстоянии, обеспечивающем затухание амплитуды температурных колебаний в эталоне до величины 0,1% от амплитуды температурных колебаний на границе контакта с исследуемым образцом. Непроницаемая оболочка 14, в которую заключаются исследуемый образец 13, изготовлена из термостойкой резины.

Осевое давление до 100 МПа на исследуемый образец создается давяльным патроном и фиксируется манометром 9, укрепленным на давяльном патроне. Перемещение поршня 11 регистрируется индикатором 10. Полость камеры высокого давления 2 с помощью трубопровода 26 соединяется с гидравлическим насосом высокого давления 24 и боковое давление на образец до 100 МПа, контролируемое манометром 27, создается обжатием его через

непроницаемую оболочку. Давление в порах исследуемого образца до 100 МПа задается насосом высокого давления 17 и контролируется манометром 19. Камера высокого давления помещается во внешний термостат 1, обеспечивающий равномерный нагрев и термостатирование исследуемого образца в диапазоне температур 20 – 200°C.

Генератором тепловых колебаний 23 с помощью плоского источника 15 задаются колебания теплового потока прямоугольной формы фиксированной частоты и амплитуды. По прошествии некоторого времени в системе контактирующих тел возникают периодические колебания температуры, которые затухают в полуграниченных телах 11 и 16. С помощью дифференциальной термопары 12 изменение температуры преобразуется в электрический сигнал, который после усиления предварительным усилителем постоянного тока 20 переводится в цифровую форму аналого-цифровым преобразователем 21 и вводится в ЭВМ 22. ЭВМ осуществляет управление генератором тепловых колебаний 23 и аналого-цифровым преобразователем 21, а также производит обработку первичной информации и расчет теплофизических свойств.

Устройство для определения теплофизических свойств материалов имеет широкие функциональные возможности измерений при вариациях осевого и бокового нагружения, внутрипорового давления в исследуемом образце, и хорошие метрологические характеристики. Длина тепловой ячейки в предлагаемом устройстве на 30% меньше, чем в прототипе, соответственно, меньше и размер внутренней полости рабочей камеры при одновременном расширении функциональных возможностей. В качестве 1-ого эталона могут быть применены другие более эффективные теплоизоляторы, при этом общая длина рабочей камеры еще более уменьшится, а точность определений возрастет.

Параллельное многократное проведение измерений на образцах из стекла КВ при всестороннем давлении показывает, что разброс значений теплопроводности и

температуропроводности в предлагаемом изобретении на 0,3% меньше, чем в прототипе.

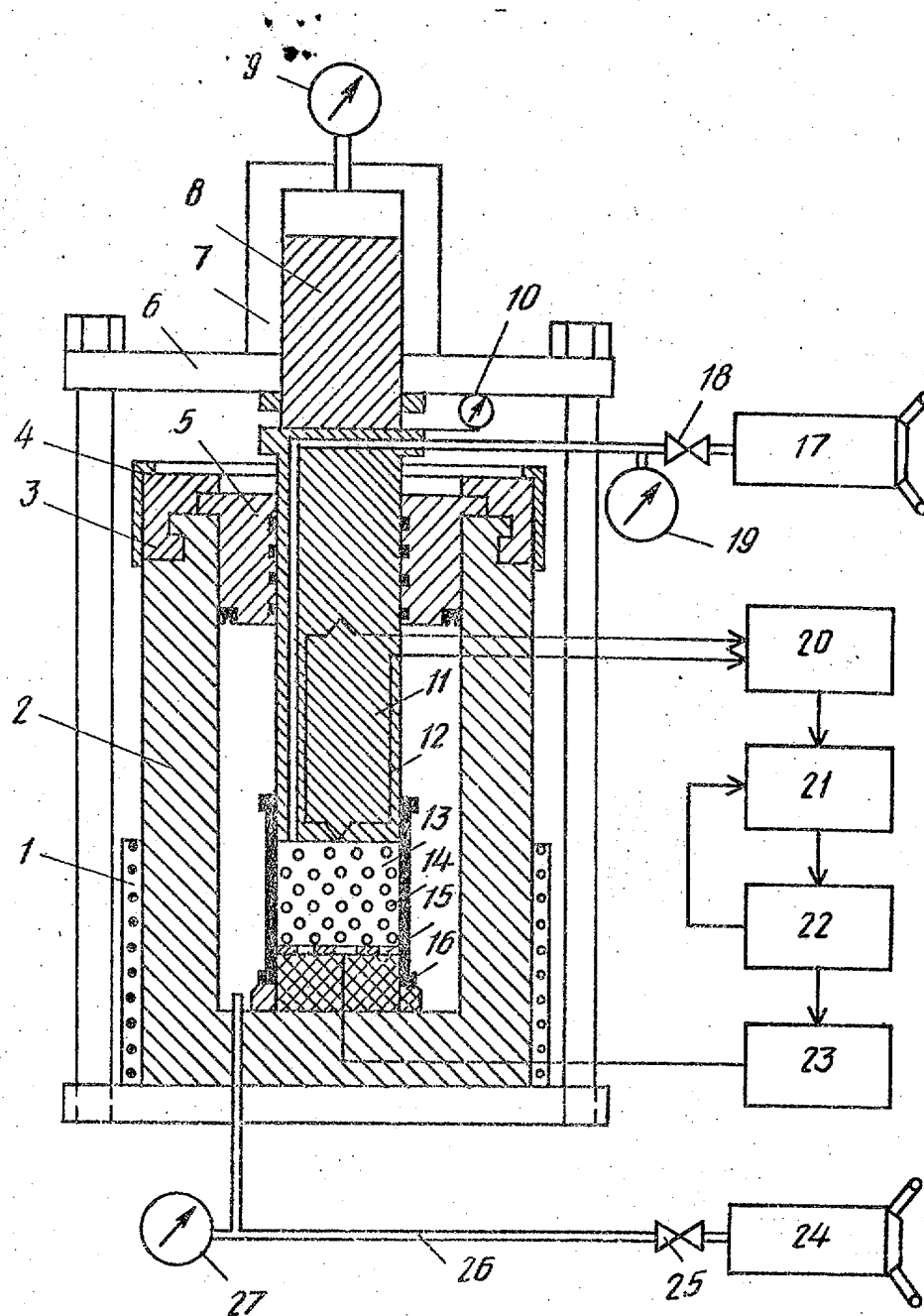
Таким образом, предлагаемое устройство позволяет проводить определение теплофизических свойств пористых материалов при воздействии на образец разностного внешнего и внутрипорового давлений и повышает точность измерения.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для определения теплофизических свойств материалов, содержащее рабочую камеру с крышкой, два эталона, расположенные с зазором для исследуемого образца, окруженной непроницаемой оболочкой, закрепленной на боковой поверхности эталонов, плоский источник тепловых колебаний, помещенный на границе первого эталона с зазором и соединенный через генератор тепловых колебаний с блоком управления и регистрации, дифференциальную термопару, помещенную на торцах второго эталона и подключенную через предварительный усилитель постоянного тока к системе управления и регистрации, систему задания давления, один канал которой связан с полостью, образованной непроницаемой оболочкой и торцами эталонов, а второй подключен к рабочей камере, отличающееся тем, что, с целью расширения области применения за счет определения теплофизических свойств пористых материалов при воздействии на образец разностного внешнего и внутрипорового давления повышения точности, оно дополнительно содержит систему задания и регистрации осевого давления, первый эталон выполнен в виде подпятника, второй эталон – поршня, входящего в отверстие крышки рабочей камеры, а теплофизические свойства эталонов удовлетворяют соотношению

$$1 < \frac{\lambda_2}{\sqrt{a_2}} : \frac{\lambda_1}{\sqrt{a_1}} \leq 20,$$

где λ_1 и a_1 – соответственно теплопроводность и температуропроводность первого и второго эталонов.



Редактор М.Повхан

Составитель А.Липаев
Техред М.Моргентал

Корректор Л.Лукач

Заказ 2888

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101