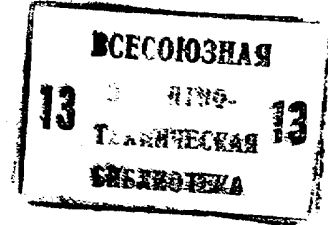




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

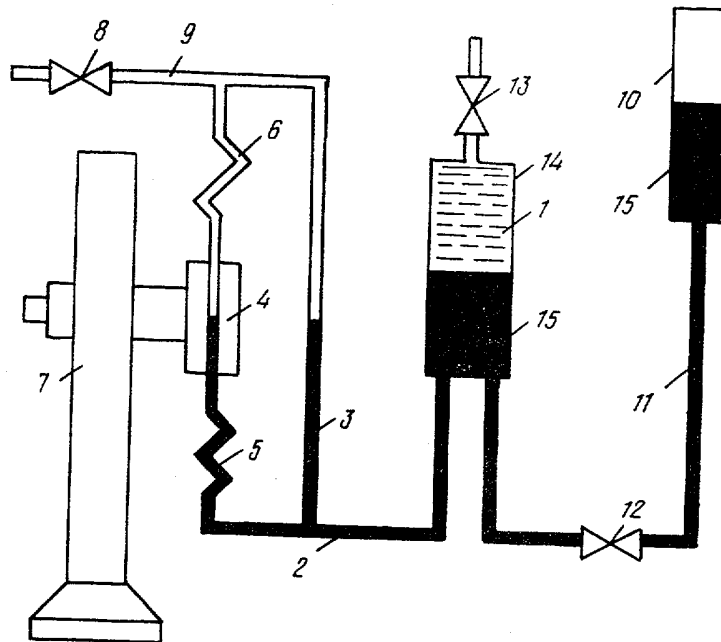
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3506600/24-25
- (22) 02.11.82
- (46) 30.07.85. Бюл. № 28
- (72) Р.И.Пепинов, Н.В.Лобкова
и И.А.Панахов
- (71) Азербайджанский научно-исследовательский институт энергетики им.И.Г.Есьмана
- (53) 533.2(088.8)
- (56) 1. Мамуна В.Н., Гребин Г.В.,
Ульяновский Б.В. Экспериментальное
исследование пластовых нефтей. М.,
1969, с. 52.

Drost-Hansen W and Millero F.
Composibility and Molal Nolum Stadies
Research and Developmen Report
№ 350, V.S.Department of the
Interior, August, 1968.

(54)(57) ПЬЕЗОМЕТР ПЕРЕМЕННОГО ОБЪЕМА, содержащий измерительный сосуд, нижняя часть которого сообщена с вертикальной измерительной трубкой, заполненной исследуемым веществом и ртутью, отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона измерений в области высоких давлений, устройство снабжено второй измерительной трубкой, расположенной параллельно первой и образующей с ней замкнутый контур сообщающихся сосудов, причем одна из трубок установлена с возможностью перемещения вдоль вертикальной оси и снабжена смотровым окном высокого давления,



Изобретение относится к устройствам для проведения исследований физических свойств веществ, в частности к устройствам для измерения удельных объемов (плотности, сжимаемости) жидкостей и газов.

Цель изобретения - расширение диапазона изменений в области высоких давлений.

Поставленная цель достигается тем, что пьезометр переменного объема снабжен второй измерительной трубкой, расположенной параллельно первой и образующей с ней замкнутый контур сообщающихся сосудов, причем одна из трубок установлена с возможностью перемещения вдоль вертикальной оси и снабжена смотровым окном высокого давления.

Введение второй измерительной трубки со смонтированным окном, необходимо для обеспечения фиксации уровня ртути в первой трубке. Установление второй трубки параллельно первой необходимо для поддержания постоянства зеркала наблюдаемого мениска ртути.

Установка прозрачной трубки подвижной с возможностью перемещения вдоль вертикальной оси обеспечивает контроль за уровнем ртути в первой измерительной трубке.

Исходя из прочностных характеристик прозрачного материала, например, оргстекла, работающего в диапазоне высоких давлений, прозрачная трубка выполняется в виде короткой втулки, разгруженной от внутреннего давления путем запрессовки ее в металлический цилиндр со сквозным отверстием для визуального наблюдения. Такой узел устройства, называемый "смотровым окном", позволяет использовать прозрачную трубку в диапазоне высоких давлений. Наличие сквозного отверстия в металлическом цилиндре позволяет контролировать уровень ртути в прозрачной втулке. Совмещение сквозного отверстия цилиндра с оптической системой катетометра дает возможность фиксировать уровень ртути, а жесткая связь цилиндра с кареткой катетометра обеспечивает постоянство взаимного расположения отверстия относительно оптической системы, что позволяет использовать измерительную линейную шкалу высокоточного прибора - катетометра в качестве системы отсче-

та, исключает влияние поверхностного натяжения, неравномерности внутреннего сечения прозрачной трубки на результаты измерений. Из-за ограниченных размеров прозрачной втулки в ходе измерений уровень ртути уходит за границы видимости втулки. Для расширения границы видимости прозрачная трубка делается подвижной относительно металлической трубки за счет введения гибкой связи, например металлических трубок. Такая система из двух измерительных трубок позволяет контролировать перемещение ртути в широких пределах порядка 600-1000 мм. Указанная совокупность отличительных признаков необходима и достаточна для проведения измерений с высокой точностью в диапазоне высоких давлений.

На чертеже представлена схема предложенного устройства.

Все узлы экспериментальной установки и соединительные трубки выполняются из механически прочного материала (например, металла). Измерительный сосуд 1 через соединительную трубку 2 связан U-образно с измерительной трубкой 3, смотровое окно высокого давления 4 и измерительная трубка 3 образуют между собой посредством гибких трубок 5 и 6 замкнутые в контур сообщающиеся сосуды. Так как оба колена этих сообщающихся сосудов имеют одинаковые диаметры и заполнены одинаковыми жидкостями, мениски ртути в них будут всегда устанавливаться на одном уровне. Гибкие трубки 5 и 6 обеспечивают возможность свободного перемещения смотрового окна оси измерительной трубки, что позволяет визуально фиксировать положение мениска ртути в ней.

Для измерения величины перемещений мениска ртути в измерительной трубке смотровое окно жестко крепится к измерительной системе катетометра 7.

Обе трубки через вентиль 8 и трубку 9 подсоединены к системе создания и измерения давления. Резервуар с ртутью 10, соединенный трубками 11 через вентиль 12 с дном измерительного сосуда 1, служит для изменения его рабочего объема. Вентиль 13 используется при заполнении (сливе) пьезометра исследуемым веществом. Измерительный сосуд заполнен исследуемым веществом 14 и ртутью 15, вы-

полняющей роль жидкометаллического поршня, свободно перемещающегося при изменении объема исследуемого вещества.

При изменении параметров состояния объем исследуемого вещества в измерительном сосуде изменяется. Это приводит к изменению уровня ртути в нем и соответственно в измерительной трубке. Измеряя величину перемещения мениска ртути, в измерительной трубке определяют изменение объема исследуемого вещества в измерительном сосуде. Для этого при начальных параметрах состояния мениск ртути визуально фиксируют в смотровом окне и совмещают его с визирной линией шкалы катетометра. По шкале катетометра делают первый отсчет, фиксирующий нулевое положение мениска ртути в измерительной трубке h_{t_0, p_0} . При других заданных параметрах состояния мениск ртути исчезает из поля зрения смотрового окна. Перемещая смотровое окно вместе с кареткой катетометра, вновь совмещают мениск ртути с визирной линией шкалы катетометра и делают новый отсчет положения мениска ртути в измерительной трубке $-h_{t_n, p_n}$. Произведение площади сечения трубки 2 на величину перемещения мениска ртути в измерительной трубке $(h_{t_n, p_n} - h_{t_0, p_0})$ дает величину совместного изменения объема исследуемого вещества и балластного объема пьезометра при изменении параметров состояния. Общий объем пьезометра $V_{\text{плез}}$ складывается из полезного объема, занятого исследуемым веществом $V_{\text{пол}}$, и балластного δV , включающего в себя объем ртути соединительных и измерительных трубок, смотрового окна, вентиля и т.п. Для исключения влияния последнего измерения проводят в два этапа.

1 этап. Полезный объем пьезометра при начальных параметрах t_0, p_0 равен $(V_{t_0, p_0}^I)_{\text{пол}}$. Общий объем пьезометра при начальных параметрах состояния равен

$$(V_{t_0, p_0}^I)_{\text{плез}} = (V_{t_0, p_0}^I)_{\text{пол}} + \delta V_{t_0, p_0} \quad (1)$$

Соответствующее положение мениска ртути в измерительной трубке $-h_{t_0, p_0}^I$.

Измерения проводят по изотермам, t_0, t_1, t_n, \dots , изменяя давление от p_0 до p . При изменении параметров состояния вследствие изменения объема исследуемого вещества и балластного

объема пьезометра мениск ртути в измерительной трубке перемещается и занимает положение отсчитываемое катетометром $-h_{t_n, p_n}^I$.

Общий объем пьезометра при параметрах t, p равен

$$(V_{t_n, p_n}^I)_{\text{плез}} = (V_{t_n, p_n}^I)_{\text{пол}} + \delta V_{t_n, p_n} \quad (2)$$

Изменение общего объема пьезометра при изменении параметров состояния от t_0, p_0 до t_n, p_n описывается соотношением:

$$\Delta V^I = (V_{t_n, p_n}^I - V_{t_0, p_0}^I)_{\text{плез}} = (V_{t_n, p_n}^I - V_{t_0, p_0}^I)_{\text{пол}} + (\delta V_{t_n, p_n}^I - \delta V_{t_0, p_0}^I) = S [(h_{t_n}^I - h_{t_0}^I)_{p_0} - (h_{p_n}^I - h_{p_0}^I)] \quad (3)$$

где $h_{t_n}^I - h_{t_0}^I$ - изменение положения мениска ртути в измерительной трубке вследствие изменения температуры от t_0 до t_n при постоянном начальном давлении p_0 ,

$h_{p_n}^I - h_{p_0}^I$ - изменение положения мениска ртути в измерительной трубке вследствие изменения давления от p_0 до p_n при заданной температуре t_n .

Изменяем полезный объем пьезометра от V_{t_0, p_0}^I до V_{t_0, p_0}^{II} . Для этого закрываем вентиль 8, сосуд 10 поднимаем выше сосуда 1, последовательно открываем вентили 12 и 13. Ртуть из сосуда 10 перетекает в сосуд 1, вытесняя из него часть исследуемого вещества, которая через вентиль 13 собирается в бюкс и взвешивается. Масса вытесненной жидкости M при начальных параметрах состояния t_0, p_0 занимает объем, равный:

$$(V_{t_0, p_0}^I - V_{t_0, p_0}^{II})_{\text{пол}}$$

II этап. Полезный объем пьезометра при начальных параметрах состояния t_0, p_0 равен $(V_{t_0, p_0}^{II})_{\text{пол}}$.

Общий объем пьезометра при начальных параметрах состояния равен

$$(V_{t_0, p_0}^{II})_{\text{плез}} = (V_{t_0, p_0}^{II})_{\text{пол}} + \delta V_{t_0, p_0} \quad (4)$$

Повторяем измерения при тех же параметрах состояния, что и на первом этапе, фиксируя положения мениска ртути в измерительной трубке при $t_0, p_0 - h_{t_0, p_0}^{II}$ и при $t_n, p_n - h_{t_n, p_n}^{II}$. Общий объем пьезометра при параметрах t_n, p_n равен

$$(V_{t_n, p_n})_{\text{плез}} = (V_{t_n, p_n})_{\text{пол}} + \sigma V_{t_n, p_n}. \quad (5)$$

Изменение общего объема пьезометра при изменении параметров состояния от t_0, p_0 до t_n, p_n , описывается соотношением:

$$\Delta V_{t_n, p_n}^{\text{плез}} = (V_{t_n, p_n} - V_{t_0, p_0})_{\text{плез}} = (V_{t_n, p_n}^{\text{пол}} - V_{t_0, p_0}^{\text{пол}}) + (\sigma V_{t_n, p_n} - \sigma V_{t_0, p_0}) = S [(h_{t_n, p_n}^{\text{пол}} - h_{t_0, p_0}^{\text{пол}}) + (h_{t_n, p_n}^{\text{пол}} - h_{t_0, p_0}^{\text{пол}}) \rho_0 + (h_{t_n, p_n}^{\text{пол}} - h_{t_0, p_0}^{\text{пол}}) t_n] \quad (6)$$

При изменении параметров состояния от t_0, p_0 до t_n, p_n независимо от величины полезного объема пьезометра термическое и барическое изменение его балластного объема одинаковы. Поэтому вычитая ΔV^{II} из ΔV^{I} при одинаковых параметрах состояния, мы исключаем из вклад в изменение общего объема пьезометра и получаем величину, на которую изменяется объем исследуемого вещества массы M при изменении параметров состояния от t_0, p_0 до t_n, p_n .

$$\Delta V^{\text{I}} - \Delta V^{\text{II}} = (V_{t_n, p_n}^{\text{I}} - V_{t_n, p_n}^{\text{II}})_{\text{пол}} - (V_{t_0, p_0}^{\text{I}} - V_{t_0, p_0}^{\text{II}})_{\text{пол}} = S [(\Delta H_{\Delta t})_{p_0} + (\Delta H_{\Delta p})_{t_n}] \quad (7)$$

где $V_{t_0, p_0}^{\text{I}} - V_{t_0, p_0}^{\text{II}}$ и $V_{t_n, p_n}^{\text{I}} - V_{t_n, p_n}^{\text{II}}$ - объем вещества массы соответственно при параметрах t_0, p_0 и t_n, p_n

$$(\Delta H_{\Delta t})_p = (h_{t_n}^{\text{I}} - h_{t_n}^{\text{II}}) - (h_{t_n}^{\text{II}} - h_{t_0}^{\text{II}})$$

$$(\Delta H_{\Delta p})_{t_n} = (h_{p_n} - h_{p_0})_{t_n} - (h_{p_n}^{\text{II}} - h_{p_0}^{\text{II}})_{t_n}$$

Разделив выражение (7) на массу M , получаем

$$V_{t_n, p_n} - V_{t_0, p_0} = \frac{S}{M} [(\Delta H_{\Delta t})_{p_0} + (\Delta H_{\Delta p})_{t_n}] \quad (8)$$

где V_{t_0, p_0} и V_{t_n, p_n} - удельный объем исследуемого вещества соответственно при параметрах t_0, p_0 и t_n, p_n . С учетом поправки на термическое и барическое изменение объема ртути в пьезометре при изменении параметров состояния выражение (8) переписывается в виде:

$$V_{t_n, p_n} = V_{t_0, p_0} \frac{\rho_{t_0, p_0}^*}{\rho_{t_n, p_n}^*} + K [(\Delta H_{\Delta t})_{p_0} + (\Delta H_{\Delta p})_{t_n}] \quad (9)$$

где $K = \frac{S}{M}$

ρ_{t_0, p_0}^* , ρ_{t_n, p_n}^* , ρ_{t_n, p_0}^* - плотность ртути соответственно при параметрах t_0, p_0 ; t_n, p_n ; t_n, p_0 . Согласно общей теории ошибок максимальная относительная погрешность измерения удельных объемов предлагаемым пьезометром оценивается в $\pm 0,03\%$.

Составитель Л.Свешникова

Редактор В.Ковтун Техред Л.Мартяшова

Корректор А.Тяско

Заказ 4697/39

Тираж 897

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4