ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72300— 2025

Породы горные

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ ГАЗОВОЛЮМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН филиалом «Апрелевское отделение ВНИГНИ» Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (к.г.-м.н. Асташкин Д.А., к.т.н. Борисенко С.А., Капранова Е.А., к.ф.-м.н. Кошкин П.В., к.в.н. Ортман О.Р., Харламова О.В.)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 325 «Аналитический контроль»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 сентября 2025 г. № 1085-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения 2
5 Сущность метода 2
6 Аппаратура, реактивы и вспомогательные устройства 2
7 Условия измерений 3
8 Требования безопасности 3
9 Изготовление образцов 4
10 Подготовка образцов и реактивов к выполнению измерений 4
11 Подготовка и выполнение измерений 5
12 Обработка результатов измерений 7
13 Метрологические характеристики 7
14 Контроль качества результатов измерений 8
15 Оформление результатов измерений 8
Приложение А (обязательное) Определение объема образца правильной формы 9
Приложение Б (рекомендуемое) Определение объема образца произвольной формы 10
Приложение В (рекомендуемое) Определение расчетных показателей 11
Библиография 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Породы горные

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТКРЫТОЙ ПОРИСТОСТИ ГАЗОВОЛЮМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Rocks.
Effective porosity determination by Boyle's Law

Дата введения — 2025—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на горные породы, насыщенные в природных условиях нефтью, газом или водой, и устанавливает метод измерений открытой пористости образцов горных пород в атмосферных условиях газоволюметрическим методом в диапазоне от 2,0 % до 50,0 %.

Стандарт не распространяется на слабосцементированные, неконсолидированные породы, а также породы с растворяющимся минеральным скелетом.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 450 Кальций хлористый технический. Технические условия

ГОСТ 577 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 1277 Реактивы. Серебро азотнокислое. Технические условия

ГОСТ 1770 (ИСО 1042—83, ИСО 4788—80) Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

ГОСТ 3749 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 3956 Силикагель технический. Технические условия

ГОСТ 4461 Реактивы. Кислота азотная. Технические условия

ГОСТ 5955 Реактивы. Бензол. Технические условия

ГОСТ 10197 Стойки и штативы для измерительных головок. Технические условия

ГОСТ 20015 Хлороформ. Технические условия

ГОСТ 25336 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 26450.1 Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением

ГОСТ 29227 (ИСО 835-1—81) Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1. Общие требования

ГОСТ Р 50544 Породы горные. Термины и определения

ГОСТ Р 55878 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный. Технические условия

ГОСТ Р 58144 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ Р ИСО 5725-1 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения

ГОСТ Р ИСО 5725-6 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 50544.

4 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:
$k_п$ — открытая пористость, %;
$V_{обр}$ — объем образца, см^3;
$V_{тв.ф}$ — объем твердой фазы образца, см^3;
$V_{пор}$ — объем пор образца, см^3;
$m_{обр}$ — масса образца, г;
$\delta_{об}$ — объемная плотность образца, г/см^3;
$\delta_{мин}$ — кажущаяся минералогическая плотность образца, г/см^3.

5 Сущность метода

Газоволюметрический метод измерения характеристик горных пород основан на законе Бойля-Мариотта. Сущность метода заключается в регистрации изменений термодинамических параметров инертного газа в объеме измерительной камеры вследствие привнесения в систему твердого тела.

В зависимости от конструкции порозиметра, производится определение объема твердой фазы или емкостного пространства образца горной породы.

6 Аппаратура, реактивы и вспомогательные устройства

6.1 Средства измерений и вспомогательное оборудование

6.1.1 Порозиметр гелиевый любого типа.

6.1.2 Весы, позволяющие проводить измерения с дискретностью не менее 0,001 г.

6.1.3 Штангенциркуль по ГОСТ 166.

6.1.4 Угольник поверочный 90° класса точности 2 по ГОСТ 3749.

6.1.5 Индикатор часового типа по ГОСТ 577.

6.1.6 Колбы мерные вместимостью 100 см^3 и 1000 см^3 по ГОСТ 1770, класс точности.

6.1.7 Пипетки градуированные вместимостью 5 см^3, 25 см^3 по ГОСТ 29227, класс точности 2.

6.1.8 Цилиндр мерный по ГОСТ 1770 вместимостью 1000 см^3.

6.1.9 Станок вертикально-сверлильный или ему подобный с твердосплавными или алмазными коронками для высверливания образцов керна.

6.1.10 Машина камнерезная, снабженная отрезными кругами для торцевания образцов керна.

6.1.11 Станок шлифовальный.

6.1.12 Шкаф сушильный, обеспечивающий температуру нагрева не менее 150 °С.

6.1.13 Шкаф сушильный вакуумный, обеспечивающий температуру нагрева не менее 80 °С.

6.1.14 Стеклянные эксикаторы с крышками по ГОСТ 25336.

6.1.15 Дистиллятор или установка любого типа для получения воды дистиллированной по ГОСТ Р 58144.

6.1.16 Стойка С-III по ГОСТ 10197.

6.1.17 Стаканчики для взвешивания (бюксы) по ГОСТ 25336.

6.1.18 Аппарат Сокслета.

6.1.19 Колбонагреватель лабораторный.

6.1.20 Пробирки стеклянные с притертой стеклянной или пластиковой пробкой вместимостью 10 $см^3$.

6.1.21 Часы (любого типа).

6.1.22 Колба плоскодонная с пробкой и шлифом вместимостью 2000 $см^3$ по ГОСТ 25336.

6.2 Реактивы

6.2.1 Гелий газообразный марки 6,0 по [1].

6.2.2 Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144.

6.2.3 Кальций хлористый по ГОСТ 450 или силикагель технический по ГОСТ 3956.

6.2.4 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный по ГОСТ Р 55878.

6.2.5 Хлороформ по ГОСТ 20015.

6.2.6 Бензол по ГОСТ 5955.

6.2.7 Серебро азотнокислое (нитрат серебра) по ГОСТ 1277.

6.2.8 Азотная кислота по ГОСТ 4461.

Примечания

1 Все реактивы, используемые для измерений, должны быть квалификации не ниже ч.д.а. или х.ч.

2 Допускается использование средств измерения, вспомогательного оборудования, лабораторной посуды с аналогичными или лучшими метрологическими и техническими характеристиками, чем у вышеуказанных. Допускается использование реактивов с характеристиками не хуже, чем у вышеуказанных.

7 Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия окружающей среды, если в эксплуатационной документации на применяемое оборудование не установлены более жесткие условия:

- температура воздуха ..... от 20 °С до 30 °С;
- относительная влажность воздуха ..... от 10 % до 80 %;
- атмосферное давление ..... от 84,0 до 106,7 кПа;
- напряжение в сети переменного тока ..... (230 ± 23) В;
- частота переменного тока ..... (50 ± 1) Гц;
- колебания температуры воздуха в период выполнения измерений открытой пористости ..... не более ±2 °С.

8 Требования безопасности

8.1 При выполнении измерений, в том числе при работе с реактивами и растворами, необходимо соблюдать требования техники безопасности, установленные в соответствующих нормативных документах, стандартах, документах по охране труда и пожарной безопасности, действующих в организации.

8.2 Использование оборудования должно осуществляться в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.3 При выполнении измерений следует соблюдать требования электробезопасности при работе с электроустановками.

8.4 Общие правила по пожаровзрывобезопасности, меры предупреждения, средства защиты работающих от воздействия неблагоприятных факторов, требования к их личной гигиене, оборудованию и к помещениям регламентированы системой стандартов безопасности труда, утвержденных в установленном порядке.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ! Настоящий стандарт не предусматривает ознакомление персонала со всем спектром требований безопасности проведения работ, связанных с его применением. Обязанностью пользователя настоящего стандарта является соблюдение соответствующих требований, касающихся безопасности жизни и здоровья в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в сфере безопасного проведения работ.

9 Изготовление образцов

9.1 Образцы горных пород высверливают или вырезают из керна горной породы с охлаждением водой режущего и сверлящего инструмента.

9.2 Образцы правильной геометрической формы должны иметь высоту и диаметр не менее 25 мм. Образцы неправильной геометрической формы со сглаженными ребрами должны иметь массу более 20 г.

9.3 Определение открытой пористости при измерении объема пор выполняют на образцах правильной геометрической формы. Определение открытой пористости при измерении объема твердой фазы допустимо выполнять на образцах произвольной геометрической формы.

9.4 Торцевые поверхности образца должны быть плоскими, параллельными друг другу и перпендикулярными боковой поверхности.

9.4.1 Неплоскостность (выпуклость, вогнутость) проверяют боковой поверхностью поверочного угольника или линейкой штангенциркуля на отсутствие просвета и устраняют шлифованием.

9.4.2 Параллельность измеряют индикатором часового типа, установленным на стойке по двум взаимно перпендикулярным диаметрам. Отклонение параллельности плоскостей образца должно быть не более 0,2 мм.

9.4.3 Перпендикулярность торцевых поверхностей к боковой контролируют поверочным угольником в четырех точках каждой торцевой поверхности, смещенных относительно друг друга на 90°.

9.4.4 Образующие боковой поверхности образца цилиндрической формы должны быть прямолинейны по всей высоте. Допускаемое отклонение от прямолинейности составляет 0,2 мм.

10 Подготовка образцов и реактивов к выполнению измерений

10.1 Приготовление растворов

10.1.1 Приготовление спирто-бензольной смеси (1:2)

В коническую колбу с пробкой и шлифом вместимостью 2000 $см^3$ мерным цилиндром помещают сначала 500 $см^3$ спирта, затем 1000 $см^3$ бензола и перемешивают. Раствор хранят в емкости из темного стекла не более 6 мес.

10.1.2 Приготовление раствора азотной кислоты молярной концентрации $c(HNO_3)$ равной 0,2 моль/$дм^3$

12,6 $см^3$ концентрированной азотной кислоты приливают к 250 $см^3$ дистиллированной воды, предварительно помещенной в мерную колбу вместимостью 1000 $см^3$. Объем раствора в колбе доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Раствор хранят в стеклянной емкости не более 6 мес.

10.1.3 Приготовление раствора азотнокислого серебра с массовой долей 10 %

(10,00 ± 0,05) г азотнокислого серебра взвешивают в стаканчике для взвешивания или в стакане вместимостью 150 $см^3$, растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды, переносят в мерную колбу вместимостью 100 $см^3$ и доводят объем раствора в колбе до метки дистиллированной водой, добавляют две капли концентрированной азотной кислоты и тщательно перемешивают. Раствор хранят в емкости из темного стекла не более 6 мес.

10.2 Очистка образцов горных пород от углеводородов и солей

10.2.1 От углеводородов образцы очищают путем экстрагирования в аппаратах Сокслета с помощью органических растворителей: хлороформа или спирто-бензольной смеси в соотношении 1:2 (см. 10.1.1).

10.2.2 Метод экстрагирования заключается в длительной выдержке образцов в растворителе при температуре, близкой к температуре кипения растворителя.

10.2.3 Об окончании процесса экстракции судят по отсутствию окрашивания растворителя в экстракционной емкости после выдержки в нем образцов горных пород не менее 24 ч.

10.2.4 После разгрузки аппарата Сокслета образцы выветривают в вытяжном шкафу не менее 24 ч.

10.2.5 Отмывку образцов горных пород от соли осуществляют в емкости методом отмачивания в дистиллированной воде путем полного погружения образцов в жидкость. Дистиллированную воду периодически меняют. Контроль наличия соли в воде осуществляют посредством качественной реакции

хлорид-ионов с нитратом серебра. Для этого образцы выдерживают в дистиллированной воде не менее 24 ч. Пробу воды, в которой выдерживались образцы, объемом 5 см^3 помещают в пробирку вместимостью 10 см^3, подкисляют одной-двумя каплями раствора азотной кислоты 0,2 моль/дм^3 (см. 10.1.2), прибавляют три капли 10 %-ного раствора азотнокислого серебра (см. 10.1.3) и взбалтывают. При отсутствии в пробе воды объемного осадка или плавающих хлопьев процесс обессоливания считают завершенным. Допускается наличие в пробе воды опалесценции или мути.

10.3 Образцы высушивают в сушильном шкафу при температуре (105 ± 2) °С до постоянной массы и взвешивают с точностью до 0,001 г. Образцы глинистых пород сушат при температуре (70 ± 2) °С в термовакуумных шкафах. Высушивание продолжают до тех пор, пока разница между двумя последними взвешиваниями станет не более 0,010 г. Длительность высушивания между взвешиваниями — не менее 8 ч.

10.4 Перед взвешиванием образцы охлаждают в эксикаторах над прокаленным хлористым кальцием или высокодисперсным силикагелем до температуры воздуха в помещении, приведенной в 7.1. Высушенные образцы хранят в этих же эксикаторах до начала проведения измерений не более 24 ч.

11 Подготовка и выполнение измерений

11.1 Подготовка к выполнению измерений

11.1.1 Подготовку, настройку и проверку работоспособности гелиевого порозиметра производят в соответствии с эксплуатационной документацией.

11.1.2 В качестве рабочего газа используется гелий.

11.1.3 Давление обжима в кернодержателе порозиметра, измеряющего объем пор, не должно быть выше 2,5 МПа. Измерения, осуществляющиеся при более высоких значениях обжимного давления, являются измерениями в барических условиях и не регламентируются настоящим стандартом.

11.1.4 Геометрическая форма кернодержателя (измерительной ячейки) должна соответствовать геометрической форме образца.

11.2 Выполнение измерений

11.2.1 Подготовленный образец взвешивают с точностью до 0,001 г.

11.2.2 Измерение объема твердой фазы выполняют в гелиевых порозиметрах, изготовленных по двухкамерной схеме (см. рисунок 1).

11.2.2.1 Объем твердой фазы образца определяют напрямую при помещении образца в измерительную ячейку порозиметра перепусканием в нее газа из референсной (эталонной) ячейки до стабилизации давления в системе.

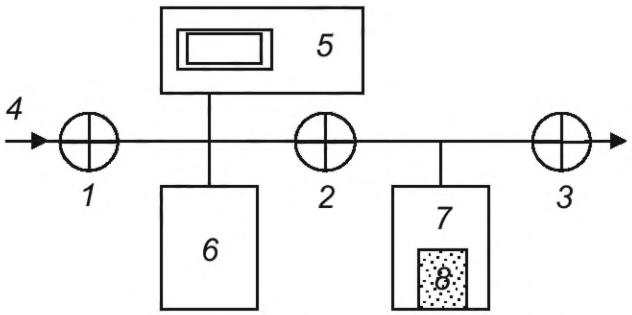
11.2.2.2 В общем виде уравнение состояния в измерительной системе двухкамерного типа может быть записано в виде

$$\frac{P_1 V_{эт}}{z_1 T_1^{эт}} + \frac{P_a\left(V_{изм} - V_{тв.\,ф}\right)}{z_a T_1^{изм}} = \frac{P_2 V_{эт}}{z_2 T_2^{эт}} + \frac{P_2\left(V_{изм} - V_{тв.\,ф} + V_{кл}\right)}{z_a T_2^{изм}}, \quad (1)$$

где P_1 — начальное абсолютное давление в референсной (эталонной) камере;
P_2 — измененное абсолютное давление в системе;
P_a — абсолютное атмосферное давление в измерительной камере перед началом измерения;
z_a — коэффициент сжимаемости газа при P_a;
z_1 — коэффициент сжимаемости газа при P_1 и T_1;
z_2 — коэффициент сжимаемости газа при P_2 и T_2;
$T_1^{эт}$ — абсолютная температура в референсной камере перед началом измерения (при P_1);
$T_1^{изм}$ — абсолютная температура в измерительной камере при P_1;
$T_2^{эт}$ — абсолютная температура в референсной камере после стабилизации P_2;
$T_2^{изм}$ — абсолютная температура в измерительной камере после стабилизации P_2;
$V_{тв.ф}$ — объем твердой фазы;
$V_{изм}$ — объем измерительной камеры;
$V_{эт}$ — объем референсной камеры;
$V_{кл}$ — объем газа в перепускном клапане между камерами.

11.2.2.3 Непосредственно измерение объема твердой фазы образца выполняют в соответствии с эксплуатационной документацией на оборудование.

11.2.2.4 После извлечения образца необходимо очистить измерительную камеру и дополнительные вставки (при их использовании).



1 — впускной клапан; *2* — перепускной клапан; *3* — клапан сброса; *4* — подключение резервуара с гелием; *5* — измеритель давления; *6* — референсная (эталонная) камера; *7* — измерительная камера; *8* — образец керна

Рисунок 1 — Принципиальная схема двухкамерного порозиметра

11.2.3 Измерение объема пор выполняют в гелиевых порозиметрах, изготовленных по однокамерной схеме (см. рисунок 2).

11.2.3.1 Напрямую объем пор измеряется при помощи прибора, состоящего из референсной емкости известного объема, заполненной газом, который затем перепускается в поровое пространство образца.

11.2.3.2 В общем виде уравнение состояния в измерительной системе однокамерного типа может быть записано в виде

$$\frac{P_1 V_{эт}}{z_1 T_1^{эт}} + \frac{P_a\left(V_{пор} + V_м\right)}{z_a T_1} = \frac{P_2\left(V_{эт} + V_{пор} + V_м + V_{кл}\right)}{z_2 T_2}, \quad (2)$$

где P_1 — начальное абсолютное давление в референсной камере;

P_2 — измененное абсолютное давление в системе;

P_a — абсолютное атмосферное давление в измерительной камере перед началом измерения;

z_1 — коэффициент сжимаемости газа при P_1 и T_1;

z_2 — коэффициент сжимаемости газа при P_2 и T_2;

z_a — коэффициент сжимаемости газа при P_a и T_1;

$T_1^{эт}$ — абсолютная температура в референсной камере при P_1;

T_1 — абсолютная температура в объеме пор образца при P_a;

T_2 — абсолютная температура в референсной камере и в объеме пор образца после стабилизации P_2;

$V_{пор}$ — объем пор образца;

$V_м$ — мертвый объем системы (объем, не относящийся к измерительной ячейке);

$V_{эт}$ — объем референсной камеры;

$V_{кл}$ — объем газа, который замещается в клапане при его открытии.

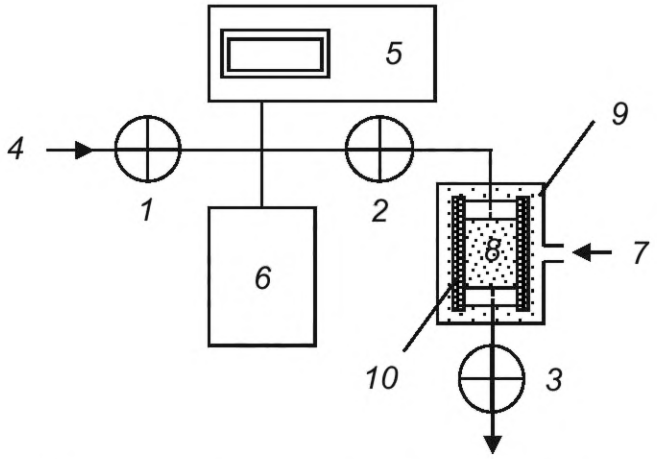
11.2.3.3 Образец обжимается в кернодержателе эластичной манжетой и поршнями-концевиками всесторонним давлением не более 2,5 МПа. Давление обжима должно создаваться жидкостью и превышать рабочее не менее чем на 1,2 МПа. Допускается использование кернодержателей различных конструкций.

11.2.3.4 Объем пор измеряют в соответствии с эксплуатационной документацией на оборудование.

11.2.3.5 После извлечения образца необходимо очистить кернодержатель.

11.3 Объем образцов правильной геометрической формы определяют в соответствии с приложениями А или Б.

11.4 Объем образцов произвольной геометрической формы определяют в соответствии с приложением Б.



1 — впускной клапан; *2* — перепускной клапан; *3* — клапан сброса; *4* — подключение резервуара с гелием; *5* — измеритель давления; *6* — референсная (эталонная) камера; *7* — подключение источника обжимного давления; *8* — образец керна; *9* — кернодержатель всестороннего обжима; *10* — эластичная манжета

Рисунок 2 — Принципиальная схема однокамерного порозиметра

12 Обработка результатов измерений

12.1 При измерении твердой фазы образца по двухкамерной схеме расчет открытой пористости образца $k_п$,%, производится по формуле

$$k_п = \frac{V_{обр} - V_{тв.ф}}{V_{обр}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $V_{тв.ф}$ — объем твердой фазы образца, см^3;

$V_{обр}$ — объем всего образца, определенный в соответствии с приложением А или Б, см^3.

12.2 При измерении объема пор по однокамерной схеме расчет открытой пористости образца $k_п$, %, производится по формуле

$$k_п = \frac{V_{пор}}{V_{обр}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $V_{пор}$ — объем пор образца, см^3;

$V_{обр}$ — объем всего образца, определенный в соответствии с приложением А, см^3.

13 Метрологические характеристики

Метод должен обеспечивать получение результатов измерений с метрологическими характеристиками, не превышающими значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Наименование показателя	Диапазон, %	Предел промежуточной прецизионности (относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами определений, полученными в условиях промежуточной прецизионности, при P = 0,95) $D_{отн}$, $\%_{отн}$	Показатель точности (границы относительной погрешности, в которых находится погрешность измерения с вероятностью P = 0,95) δ, $\%_{отн}$
Открытая пористость	От 2,0 до 10,0 включ.	18	16
	Св. 10,0 до 20,0 включ.	12	8
	Св. 20,0 до 50,0 включ.	10	6

14 Контроль качества результатов измерений

14.1 Контроль промежуточной прецизионности проводят по показателю открытой пористости горных пород с использованием рабочих образцов или стандартных образцов с аттестованным значением в соответствии с областью применения стандарта.

Измерения открытой пористости образца проводят в соответствии с методом, максимально варьируя (по возможности) условия проведения анализа, т. е. выполняют измерения разные аналитики, в разное время, используя, при этом, разные средства измерений. Два результата измерений не должны отличаться друг от друга более, чем на величину допускаемых расхождений между результатами измерений

$$|X_1 - X_2| \le D, \quad (5)$$

где X_1 — результат измерений открытой пористости образца $k_п$, %;

X_2 — результат измерений открытой пористости $k_п$ этого же образца в других условиях, %;

D — допускаемые расхождения между результатами измерений одного и того же образца, %, вычисляемые по формуле

$$D = 0{,}01 \cdot D_{отн} \cdot X, \quad (6)$$

где X — среднее арифметическое результатов измерений X_1 и X_2, %;

$D_{отн}$ — относительное значение допускаемого расхождения между двумя результатами определений, полученными в условиях промежуточной прецизионности, при P = 0,95 по таблице 1, $\%_{отн}$.

14.2 Образцами для проведения контроля погрешности результатов измерений являются стандартные образцы открытой пористости горных пород с известным аттестованным значением. Значения открытой пористости, выраженные в %, в контрольных образцах должны соответствовать диапазону измерений в соответствии с настоящим стандартом. Образцы для контроля анализируют в соответствии с методикой. Полученные результаты в образце для контроля X не должны отличаться от аттестованного значения открытой пористости C в этом образце более, чем на величину норматива контроля K, т. е.

$$|X - C| \le K. \quad (7)$$

Перевод значений K из относительных единиц, $\%_{отн}$, в абсолютные единицы, %, осуществляют по формуле

$$K = 0{,}01 \cdot K_{отн}, \quad (8)$$

где $K_{отн} = \delta$.

Значения δ приведены в таблице 1.

При превышении норматива контроля погрешности эксперимент повторяют. При повторном превышении указанного норматива K выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам контроля, и устраняют их.

14.3 Периодичность контроля устанавливают в документах системы менеджмента лаборатории.

15 Оформление результатов измерений

15.1 За результат измерений открытой пористости образца горной породы принимают результат единичного измерения, %. Результат измерений округляют до одного знака после запятой.

15.2 Результаты измерений в отчетах представляют в виде

$$X \pm \Delta, \text{ при } P = 0{,}95,$$

где X — полученное значение открытой пористости $k_п$, %;

Δ — граница абсолютной погрешности измерений открытой пористости с доверительной вероятностью P = 0,95, %, вычисляемая по формуле

$$\Delta = 0{,}01 \cdot \delta \cdot X, \quad (9)$$

где δ — границы относительной погрешности определения открытой пористости для доверительной вероятности P = 0,95 по таблице 1, $\%_{отн}$.

15.3 При необходимости, в отчетный документ включают сведения о результатах измерений внешнего объема образца, выраженных в $см^3$, и (или) расчетные показатели: объемную плотность образца, $г/см^3$; кажущуюся минералогическую плотность образца, $г/см^3$ (см. приложение В).

Приложение А
(обязательное)

Определение объема образца правильной формы

А.1 Для образцов правильной геометрической формы подразумевается использование внешнего объема, определенного расчетным способом из внешних геометрических размеров образца.

А.2 Измерения образцов цилиндрической формы проводят штангенциркулем с точностью до 0,1 мм по схеме, приведенной на рисунке А.1.

А.2.1 Измерение высоты проводят строго по диаметру торцов образца четыре раза во взаимно перпендикулярных направлениях. Расхождение между определениями не должно превышать 0,2 мм.

А.2.2 Измерение диаметра проводят в трех местах по высоте образца (в середине и у торцов) в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Расхождение между определениями не должно превышать 0,2 мм.

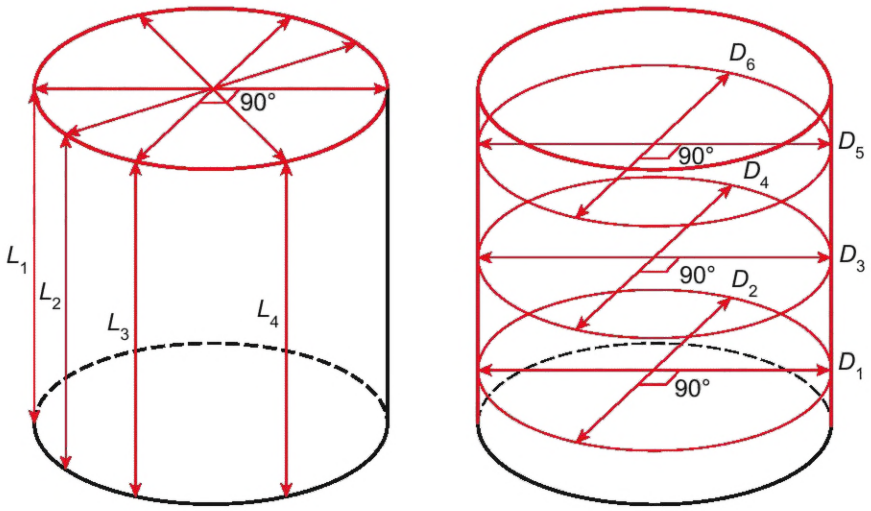


Рисунок А.1 — Схема измерения геометрических размеров образца цилиндрической формы

А.3 Измерения образцов кубической формы проводятся штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Сторону квадрата измеряют в трех местах по высоте образца (в середине и у торцов) для каждой из трех пар поверхностей. Расхождение между определениями не должно превышать 0,2 мм.

А.4 Расчет объема образца цилиндрической формы $V_{обр}^{геом}$, см^3, проводят по формуле

$$V_{обр}^{геом} = \frac{\pi D^2 \cdot h}{4}, \quad (А.1)$$

где h — среднее арифметическое значение высоты образца, см;

D — среднее арифметическое значение диаметра образца, см.

А.5 Расчет объема образца кубической формы $V_{обр}^{геом}$, см^3, проводят по формуле

$$V_{обр}^{геом} = l^3, \quad (А.2)$$

где l — средние арифметические значения длины стороны куба, образца, см.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Определение объема образца произвольной формы

Б.1 Для образцов произвольной геометрической формы объем образца может быть получен методом жидкостенасыщения по ГОСТ 26450.1.

Б.1.1 Образцы насыщаются дистиллированной водой, минерализованной водой, керосином. Сильно глинистые образцы насыщаются только керосином.

Б.1.2 Объем образца $V_{обр}^{нас}$, см^3, рассчитывается по формуле

$$V_{обр}^{нас} = \frac{m_3 - m_2}{\delta_ж}, \quad (Б.1)$$

где m_3 — масса насыщенного образца, г;

m_2 — гидростатическая масса насыщенного образца в насыщающей его жидкости, г;

$\delta_ж$ — плотность насыщающей жидкости, г/см^3.

Б.2 Для образцов любой геометрической формы допускается использование в расчетах внешнего объема, полученного при помощи иных методов: парафинирования, погружения в ртуть и др.

Приложение В
(рекомендуемое)

Определение расчетных показателей

В.1 Измерение твердой фазы образца по двухкамерной схеме

В.1.1 Объемную плотность образца $\delta_{об}$, г/см^3, рассчитывают по формуле

$$\delta_{об} = \frac{m_{обр}}{V_{обр}}, \quad (В.1)$$

где $m_{обр}$ — масса образца, г;

$V_{обр}$ — объем всего образца, определенный в соответствии с приложением А или Б, см^3.

В.1.2 Кажущуюся минералогическую плотность образца $\delta_{мин}$, г/см^3, рассчитывают по формуле

$$\delta_{мин} = \frac{m_{обр}}{V_{тв.\,ф}}, \quad (В.2)$$

где $m_{обр}$ — масса образца, г;

$V_{тв.ф}$ — объем твердой фазы образца, см^3.

В.2 Измерение объема пор по однокамерной схеме

В.2.1 Объемную плотность образца $\delta_{об}$, г/см^3, рассчитывают по формуле

$$\delta_{об} = \frac{m_{обр}}{V_{обр}}, \quad (В.3)$$

где $m_{обр}$ — масса образца, г;

$V_{обр}$ — объем всего образца, определенный в соответствии с приложением А, см^3.

В.2.2 Кажущуюся минералогическую плотность образца $\delta_{мин}$, г/см^3, рассчитывают по формуле

$$\delta_{мин} = \frac{m_{обр}}{V_{обр} - V_{пор}}, \quad (В.4)$$

где $m_{обр}$ — масса образца, г;

$V_{обр}$ — объем всего образца, определенный в соответствии с приложением А, см^3;

$V_{пор}$ — объем пор образца, см^3.

Библиография

[1] ТУ 0271-001-45905715-2016 Гелий газообразный высокой чистоты (сжатый)

УДК 539.217.1:006.354 ОКС 07.060

Ключевые слова: пористость, горные породы, газоволюметрический метод

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 23.09.2025. Подписано в печать 07.10.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru