



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ  
СОЮЗА ССР**

---

**РУДЫ ЖЕЛЕЗНЫЕ,  
АГЛОМЕРАТЫ И ОКАТЫШИ**

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ  
И УСАДКИ СЛОЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ**

**ГОСТ 21707—76  
(СТ СЭВ 5280—85)**

**Издание официальное**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ  
Москва**

**РУДЫ ЖЕЛЕЗНЫЕ, АГЛОМЕРАТЫ И ОКАТЫШИ****Метод определения газопроницаемости  
и усадки слоя при восстановлении**Iron ores, agglomerates and pellets.  
Method for determination of gas permeability and layer  
shrinkage during reduction**ГОСТ  
21707-76\*****(СТ СЭВ 5280-85)**

ОКСТУ 0709

**Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР  
от 13 апреля 1976 г. № 815 срок введения установлен****с 01.01.78****Проверен в 1986 г. Постановлением Госстандарта от 31.10.86 № 3357  
срок действия продлен****до 01.07.93****Несоблюдение стандарта преследуется по закону**

Настоящий стандарт распространяется на железные руды, агломераты и окатыши и устанавливает метод определения газопроницаемости и усадки слоя пробы при восстановительно-тепловой обработке.

Сущность метода заключается в восстановлении под нагрузкой пробы руды, агломерата или окатышей и определении газопроницаемости по величине перепада давления газа-восстановителя в слое пробы и усадки по изменению высоты слоя.

Стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 5280-85.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

**1. МЕТОД ОТБОРА ПРОБ**

1.1. Отбор и подготовка проб для определения газопроницаемости и усадки слоя при восстановлении — по ГОСТ 26136-84.

1.2. (Исключен, Изм. № 2).

**2. АППАРАТУРА**

2.1. Для проведения испытания применяют:

трубу реакционную из жаропрочной стали марки Х25Т длиной 800 мм, внутренним диаметром 60 мм и толщиной стенки 5—7 мм; электропечь разъемную с карборундовыми электронагревателями для нагрева пробы и газа-восстановителя до заданной температуры;

**Издание официальное****Перепечатка воспрещена**

\* *Переиздание (март 1987 г.) с Изменениями № 1, 2, утвержденными в сентябре 1984 г. и октябре 1986 г. (ИУС 1-85, 1-87).*

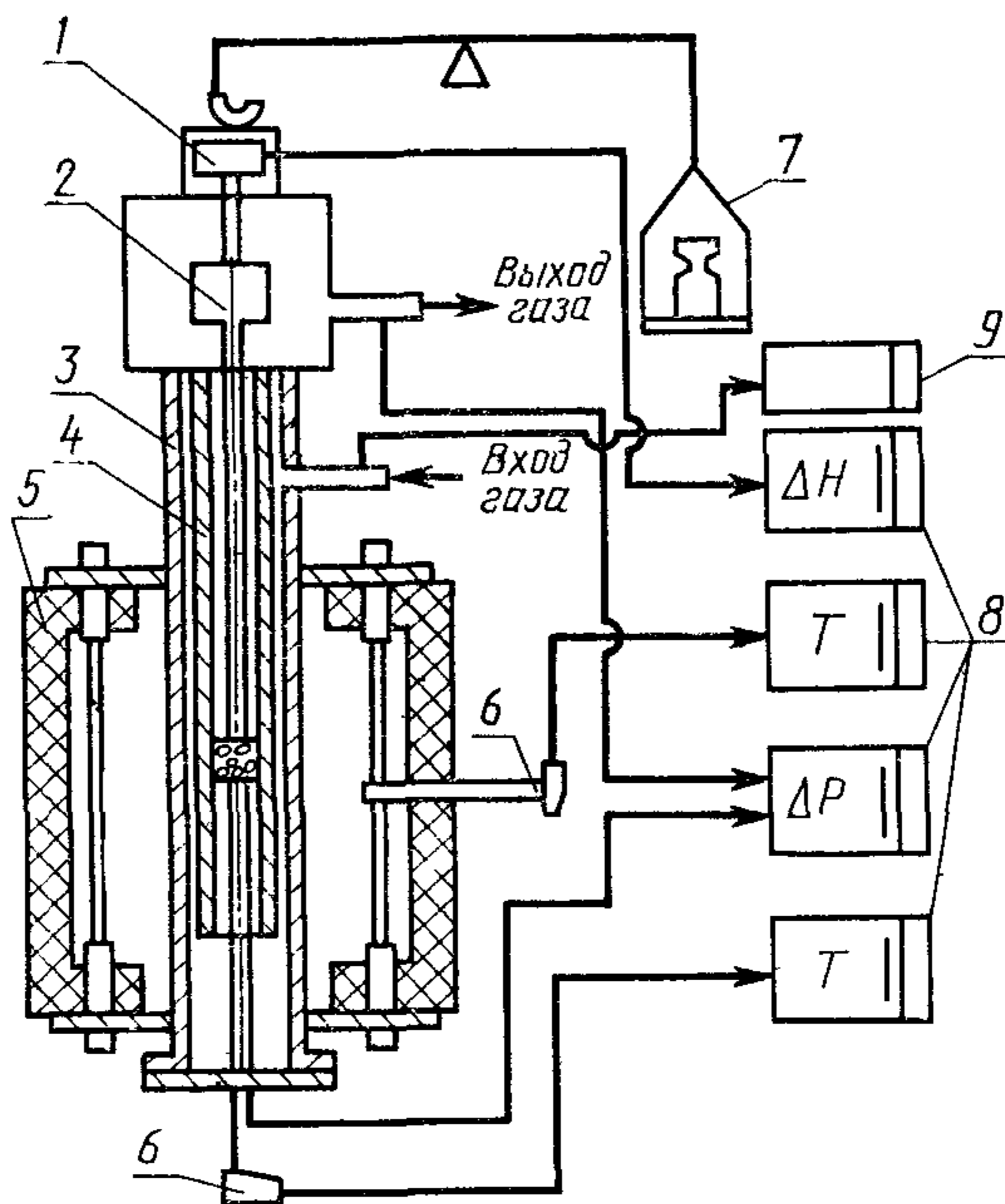
**© Издательство стандартов, 1988**

- устройство взвешивающее для контроля изменения массы пробы в процессе испытания;
- шток с грузом для создания давления на пробу;
- терморегулятор электронный типа РУ5-01 для регулировки температурного режима печи, работающий в системе с потенциометром типа КСП-4 и регулятором напряжения типа РНТО-330—63;
- потенциометр типа КСП для контроля температуры нагрева пробы и газа-восстановителя, работающий в комплекте с термометрами типа ТХА по ГОСТ 6616—74\*, расположенными в верхней и нижней части пробы;
- манометр U-образный стеклянный по ГОСТ 9933—75 или прибор самопишущий электронный, работающий в комплекте с колокольным дифманометром, для измерения перепада давления газа-восстановителя;
- линейку по ГОСТ 427—75 или прибор самопишущий электронный, работающий в комплекте с трансформаторным индукционным датчиком, для измерения усадки слоя пробы;
- вентиль для регулировки подачи газа-восстановителя;
- ротаметр типа РМ по ГОСТ 13045—81 для контроля подачи газа-восстановителя;
- газоанализатор типа ОА-2109 или ОА-2209 по ГОСТ 13320—81 или типа ВТИ-2 по ГОСТ 7018—75 для контроля состава газа-восстановителя;
- газоанализатор типа СВ-7633 или хроматограф «Газохром 3101», выпускаемый опытным заводом «Хроматограф», для контроля содержания окиси углерода в воздухе производственных помещений;
- фильтр рукавный из стеклоткани для очистки газа-восстановителя от механических примесей;
- баллон по ГОСТ 949—73 с редуктором типа ДВП-1—65 и манометрами по ГОСТ 8625—77 для газа-восстановителя;
- газогенератор для получения газа-восстановителя;
- емкость сглаживающую, обеспечивающую равномерную подачу газа-восстановителя в реакционную трубу;
- весы лабораторные 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 2 кг и погрешностью взвешивания  $\pm 1$  г;
- шкаф сушильный с терморегулятором, обеспечивающий устойчивую температуру нагрева  $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- сита с квадратными ячейками размером 10 и 16 мм по ГОСТ 3826—82;
- стакан мерный высотой 60 мм и внутренним диаметром 60 мм;
- совки, противни.

---

\* Отменен с 01.01.88.

Схема установки для определения газопроницаемости и усадки слоя при восстановлении



1—датчик для регистрации высоты слоя; 2—шток с грузом; 3—внешняя стенка реакционной камеры; 4—внутренняя стенка реакционной камеры; 5—электропечь; 6—термопары; 7—взвешивающее устройство; 8—контрольно-измерительные приборы; 9—регулятор подачи восстановительного газа

Черт. 1

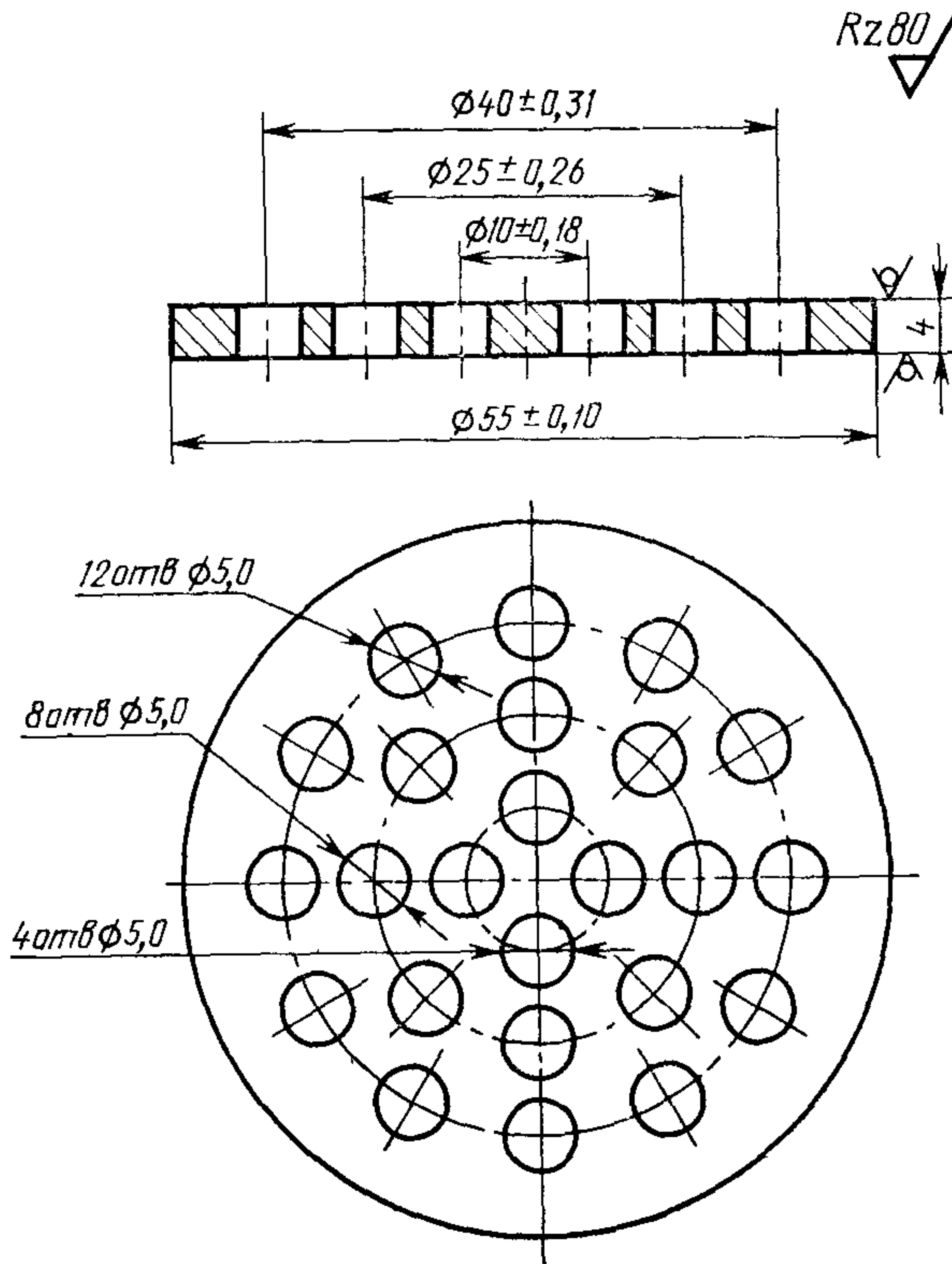
Для охлаждения пробы в реакционной камере используют азот или аргон в баллонах.

Допускается использование в установке для проведения испытания других приборов и узлов с техническими характеристиками не ниже указанных в настоящем стандарте.

2.2. Для проведения испытаний изготавливают установку по чертежам института «Механобрчермет» (черт. 1 и 2).

2.1; 2.2. (Измененная редакция, Изм. № 2).





Примечание. Перфорированная пластина изготавливается из термостойкой стали с температурой окалинообразования  $\geq 1150^{\circ}\text{C}$ .

Черт 2

### 3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

3.1. Собирают установку по схеме, указанной на черт. 1 и 2, и проверяют ее на герметичность. Обнаруженные неплотности должны быть устранены.

3.2. Отобранную пробу высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре  $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ .

3.3. Мерный сосуд наполняют испытуемым материалом до образования конуса, уплотняют материал постукиванием в течение 0,5 мин, разравнивают его поверхность на уровне верхнего края сосуда, взвешивают, затем высыпают в реакционную камеру и снова разравнивают поверхность. Затем помещают реакционную ка-

меру в электронагревательную печь и создают на пробу давление 100 кПа.

3.2, 3.3. (Измененная редакция, Изм. № 2).

#### 4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

4.1. Включают контрольно-измерительные приборы, систему подачи восстановительного газа в реакционную камеру, электропечь и отмечают время начала испытания.

Устанавливают следующий состав восстановительного газа в объемных процентах:  $(33 \pm 0,5) \% \text{CO} + (65 \pm 0,5) \% \text{N}_2$ .

Содержание примесей в восстановительном газе не должно превышать 0,5%  $\text{H}_2$ , 0,5%  $\text{CO}_2$ , 0,1%  $\text{O}_2$ , 0,2%  $\text{H}_2\text{O}$ .

Скорость подачи восстановительного газа устанавливают 50  $\text{дм}^3/\text{мин}$ .

Температурный режим: за первые 40 мин температуру нагрева равномерно повышают до  $600^\circ\text{C}$ , в течение следующих 160 мин температуру продолжают равномерно повышать до  $1050^\circ\text{C}$ .

Измеряют и регистрируют перепад давления, высоту слоя и массу пробы через каждые 10 мин в течение первого часа испытания, далее — каждые 30 мин или непрерывно с помощью автоматических самопишущих приборов.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

4.2. (Исключен, Изм. № 2).

4.3. По истечении 200 мин выключают электропечь и контрольно-измерительные приборы. Выводят реакционную камеру из зоны нагрева и вместо восстановительного газа в реакционную камеру подают азот или аргон со скоростью 20  $\text{дм}^3/\text{мин}$  для охлаждения пробы. После понижения температуры до  $100^\circ\text{C}$  подачу нейтрального газа прекращают и продолжают охлаждение до комнатной температуры на воздухе. Затем пробу извлекают из реакционной камеры, взвешивают и готовят из нее навеску для проведения химического анализа по ГОСТ 15054—80.

(Измененная редакция, Изм. № 2).

#### 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. Газопроницаемость слоя руды, агломерата или окатышей характеризуют величиной перепада давления ( $\Delta P$ ) газа-восстановителя в слое пробы в Па (мм вод. ст.).

Усадку слоя ( $\Delta h$ ) в процентах определяют по изменению высоты слоя испытуемого материала и вычисляют по формуле

$$\Delta h = \frac{h_1 - h_2}{h_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $h_1$  — высота слоя пробы до испытания, мм;

$h_2$  — высота слоя пробы после испытания, мм.

Результат вычисления округляют до целого числа.

5.2. Вычисляют абсолютную и фактическую степень восстановления.

5.1, 5.2. (Измененная редакция, Изм. № 2).

5.2.1. Абсолютную степень восстановления ( $R_{1абс}$ ), в процентах, отнесенную к максимальной степени окисления железа в пробе, вычисляют по формуле

$$R_{1абс} = \frac{0,111FeO + 0,430Fe_{мет}}{0,430Fe_{общ}} \cdot 100, \quad (2)$$

где FeO — содержание монооксида железа в восстановленной пробе, %;

$Fe_{мет}$  — содержание металлического железа в восстановленной пробе, %;

$Fe_{общ}$  — содержание общего железа в восстановленной пробе, %;

0,111 — коэффициент пересчета потери кислорода в пробе при восстановлении  $Fe_2O_3$  в FeO;

0,430 — коэффициент пересчета общего железа в пробе на эквивалентное количество кислорода, необходимое для окисления в  $Fe_2O_3$ .

Абсолютная степень восстановления ( $R_{2абс}$ ) в процентах может быть вычислена по потере массы пробы при восстановлении по формуле

$$R_{2абс} = \left[ \frac{0,111FeO' + 0,430Fe'_{мет}}{0,430Fe'_{общ}} + \frac{(m' - m) \cdot 100}{m' \cdot 0,430Fe'_{общ}} \right] \cdot 100, \quad (3)$$

содержание монооксида железа в исходной пробе, %;

где  $FeO'$  — содержание металлического железа в исходной пробе,

$Fe'_{мет}$  — бе, %;

$m'$  — масса исходной пробы, г;

$m$  — масса восстановленной пробы, г;

$Fe'_{общ}$  — содержание общего железа в исходной пробе, %.

При использовании формулы для расчета абсолютной степени восстановления ( $R_{абс}$ ) по потере массы испытуемой пробы при восстановлении, следует исключить потери массы, не связанные с процессом восстановления (например, удаление гидратной влаги,  $CO_2$  и др.).

5.2.2. Фактическую степень восстановления ( $R_{факт}$ ) вычисляют в процентах по формуле

$$R_{факт} = \frac{R_{1(2)факт} - R'_{абс}}{100 - R'_{абс}} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $R'_{абс}$  — абсолютная степень восстановления исходной пробы, которую вычисляют по формуле

$$R'_{абс} = \frac{0,111FeO' + 0,430Fe'_{мет}}{0,430Fe'_{общ}} \cdot 100. \quad (5)$$

5.3. По результатам измерения перепада давления, высоты слоя и потери массы пробы в процессе восстановления строят графики зависимости перепада давления и высоты слоя от фактической степени восстановления и температуры.

5.4. Испытание проводят на двух пробах и вычисляют среднее арифметическое полученных результатов. При этом разница результатов двух определений не должна превышать 10%. В случае неудовлетворительных результатов проводят третье определение и за окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух наиболее близких значений.

5.2.1, 5.2.2, 5.3, 5.4. (Введены дополнительно, Изм. № 2).

## 6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Предельно допустимая концентрация окиси углерода в воздухе рабочей зоны производственных помещений — 20 мг/м<sup>3</sup>.

Редактор *Н. Е. Шестакова*  
Технический редактор *Э. В. Митяй*  
Корректор *С. И. Ковалева*

Сдано в наб 25 03 87 Подп. в печ. 04 01 88 0,5 усл п л 0,5 усл. кр.-отт 0,37 уч.-изд. л.  
Тираж 3000 Цена 3 коп.

---

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП,  
Новопресненский пер., д. 3.  
Вильнюсская типография Издательства стандартов, ул. Миндауго, 12/14. Зак. 2478.