ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

МЕТОД МИКРОСКОПИЧЕСКОГО КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА СТРУКТУРЫ

ГОСТ 22023—76

Издание официальное

Цена 3 коп.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 691 : 620.186 : 006.354 Группа Ж19

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

МАТЕРИАЛЫ СТРОИТЕЛЬНЫЕ

Метод микроскопического количественного анализа структуры

Building materials. The method of microscopical quantative structure analysis

ГОСТ 22023—76

Постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 14 июля 1976 г. № 111 срок введения установлен

с 01.01.1977 г.

Настоящий стандарт распространяется на строительные материалы (бетоны, заполнители, стеновые, теплоизоляционные, кровельные, пластмассовые и другие материалы) и устанавливает метод микроскопического анализа и количественной оценки их структуры.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Метод микроскопического анализа структуры строительных материалов основан на измерении линейных размеров сечений частиц и пор в плоскости среза материала (шлифов и пришлифовок) и вычислении на основании полученных результатов измерений параметров структуры.

Размеры сечений отдельных частиц не должны превышать 20 мм.

1.2. Метод микроскопического анализа предусматривает определение следующих параметров структуры:

объемного содержания отдельных компонентов материала V_1, в том числе пористости $П_1$;

количества частиц в плоскости сечения n_1 и в единице объема N_1;

суммарной поверхности частиц или пор в единице объема материала S_1;

среднеарифметической хорды $\overline{l}$;

среднего радиуса сечений частиц (кругов) по площади $\hat{\rho}$ и среднеарифметического радиуса частиц на шлифе $\underline{\rho}$;

среднего радиуса частиц по объему $\hat{r}$ и среднеарифметического радиуса частиц $\underline{r}$;

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

Переиздание. Декабрь 1978 г.

© Издательство стандартов, 1979

квадратического отклонения частиц по размерам σ_r;

коэффициента, характеризующего вид функции распределения частиц, B_e;

средней толщины перегородок между порами $\hat{Z}$;

коэффициента неравноосности частиц $K_н$.

1.3. Метод микроскопического анализа структуры материалов применяется при исследовании и более полном определении качественных характеристик строительных материалов, изделий и конструкций зданий и сооружений.

Пояснения терминов и рекомендуемые формы журналов для проведения анализа приведены в приложениях 1—3.

2. АППАРАТУРА

2.1. Анализ структуры строительных материалов производится с помощью универсального исследовательского микроскопа МБИ-6, оборудованного постоянной фотокамерой и измерительным устройством МИУ-1.

2.2. С помощью микроскопа производят визуальное исследование и фотографирование структуры материалов с увеличением в проходящем свете от 17,5 до 2250× и в отраженном свете от 45 до 2375×.

2.3. Измерительное устройство состоит из препаратоводителя, в котором закрепляется срез образца, и счетного устройства. Препаратоводитель служит для перемещения шлифов на трех различных скоростях. При перемещении шлифов замеряют длины пройденных отрезков, равных хордам частиц. Численное значение длин хорд фиксируется с нарастающим итогом счетным устройством. Каждому компоненту отводится на пульте управления отдельная клавиша. Минимальная величина замеряемого отрезка 0,05 мм.

2.4. Допускается применять и другую аппаратуру для микроскопического количественного анализа структуры материалов при условии, что она должна обеспечивать замеры длин отрезков частиц не менее 0,05 мм.

3. ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ

3.1. У образцов материала, отобранных для анализа структуры, определяют удельные и объемные массы и вычисляют общую пористость $П_0$ в долях единицы по ГОСТ 9758—77.

3.2. Подготовка пришлифовок. Из материала вырезают равноосную пластинку площадью не более 9 см^2 и толщиной 5—10 мм. Полученную пластинку обдирают всухую с одной стороны на чугунном диске вручную микропорошком М28 по ГОСТ 3647—71. После этого пластинку подшлифовывают на станке вращающимся

чугунным диском порошком М14, смачивая водой или керосином, а затем пластинку шлифуют вручную на стеклянном диске порошком М14 и М7 или М5 с глицерином по ГОСТ 3647—71.

После полировки войлоком и сукном образец может использоваться в качестве пришлифовки для изучения структуры материала в отраженном свете.

При анализе анизотропных материалов подготавливают два образца из пластинок, вырезанных во взаимно перпендикулярных направлениях.

3.3. Подготовка шлифов. Для получения шлифа, пригодного для работы в проходящем свете, образец, в соответствии с п. 3.2, обдирают, подшлифовывают и шлифуют. Далее пластинку шлифованной стороной приклеивают на нагретое матовое предметное стекло, которое предварительно смазывают тонким слоем бальзама. Приклеенную пластинку материала обтачивают, подшлифовывают и шлифуют в соответствии с п. 3.2 до приобретения ею прозрачности. Далее шлиф промывают водой или керосином и насухо вытирают. Приготовленный заранее бальзам намазывают на нагретое покровное стекло, после чего его накладывают на шлиф и прижимают для удаления избытка бальзама и пузырьков воздуха. На предметном стекле надписывают номер шлифа.

3.4. При испытании неорганических материалов, имеющих низкую прочность, образец после операции обдира на чугунном диске должны пропитывать в жидкой консистенции глицерина из канифоли и кеилола при температуре 70°С не менее 4 ч, после чего в соответствии с пп. 3.2 и 3.3 приступают к дальнейшей подготовке шлифов и пришлифовок.

3.5. При испытании органических строительных материалов для получения тонких срезов должны применяться микротомные устройства. Наклейку срезов на предметные стекла производят в соответствии с п. 3.3.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

4.1. На предметном столике микроскопа закрепляют устройство для перемещения шлифа и проверяют на холостом ходу работу микроскопа в комплекте с измерительным устройством в соответствии с имеющимися на них инструкциями.

4.2. Подготовленный к испытанию шлиф (пришлифовку) закрепляют в захватах объектодержателя. Подбором объективов и окуляров устанавливают заданное увеличение. Регулированием винтами грубой и микронаводки вводят шлиф в фокус микроскопа. Визуальным просмотром всего поля шлифа выбирают наиболее характерную структуру и устанавливают перекрестие окуляра на границе какой-либо частицы с другой частицей. Нажатием соответствующей клавиши, выбранной для данного компонента,

производят передвижение объекта с выбранной точки отсчета до границы данной частицы с частицей другого компонента. При переходе на частицу другого компонента для замера длины ее сечения производят нажатие другой клавиши. Одновременно с прохождением объекта под перекрестием окуляра со счетного устройства снимают показания длин сечений частиц на шлифе в условных единицах, принятых для счетного устройства, и заносят их в специальный журнал. Замеры производят до получения не менее 300 результатов, после чего приступают к обработке информации и вычислению параметров структуры.

5. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ

5.1. Объемное содержание данного компонента в материале вычисляют по формуле

$$V_1 = \frac{\Sigma l}{L_1}, \qquad (1)$$

где V_1 — объемное содержание компонента в материале или пористость материала в долях единицы;

l — линейные размеры сечений частиц (пор) материала на секущей в условных единицах измерительного прибора;

L_1 — общая длина секущей, равная сумме длин частиц всех компонентов в условных единицах измерительного прибора.

5.2. Объем пор, меньших разрешающей способности измеряющего устройства, определяют по разнице между общим объемом пор $П_0$, определенном в соответствии с п. 3.1, и объемом пор, определенном по методу секущих по п. 5.1.

$$П_{1м} = П_0 - П_1, \qquad (2)$$

где $П_0$ — общее содержание пор в материале;

$П_1$ — объем пор, больших разрешающей способности измерительного устройства;

$П_{1м}$ — объем пор, меньших разрешающей способности измерительного устройства.

5.3. Количество частиц или пор на плоскости шлифа вычисляют по формуле

$$n_1 = \frac{0{,}785\ \Sigma l^{-1}}{L_1 K^2}, \qquad (3)$$

где n_1 — количество частиц (пор) на плоскости шлифа, шт/мм^2;

l — линейные размеры сечений частиц (пор) на шлифе в условных единицах измерительного прибора;

K — цена условной единицы измерения, мм.

5.4. Количество пор на плоскости, меньших разрешающей способности счетного устройства, определяют по выражению

$$n_{1м} = \frac{П_{1м}}{\pi \varrho_0^2}, \quad (4)$$

где $П_{1м}$ — объем мелких пор в долях единицы по уравнению (2);
ϱ_0 — минимальный радиус сечения пор, вычисляемый по формуле

$$\varrho_0 = K/2. \quad (5)$$

5.5. Количество частиц (пор) в единице объема материала вычисляют по формуле

$$N_1 = \frac{0{,}5\,\Sigma l^{-2}}{L_1 K^3}, \quad (6)$$

где N_1 — количество частиц (пор) в единице объема материала, шт./мм^3;
l, L_1, K — в соответствии с пп. 5.1 и 5.2.

5.6. Количество пор в объеме, меньших разрешающей способности счетного устройства, определяют по формуле

$$N_{1м} = \frac{П_{1м}}{\frac{4}{3}\left(\frac{3}{2}\right)^{3/2} \pi \varrho_0^3}, \quad (7)$$

где ϱ_0 — вычисляют по формуле (5).

5.7. Поверхность частиц (пор) в единице объема материала определяют по формуле

$$S_1 = 4\frac{m_1}{L_1}, \quad (8)$$

где S_1 — поверхность частиц (пор) в единице объема материала, мм^2/мм^3;
m_1 — количество замеров (хорд) на плоскости шлифа.

5.8. Условный среднеарифметический диаметр частиц (средняя хорда) определяют по формуле

$$\bar{l} = \frac{K\Sigma l}{m_1}, \quad (9)$$

где $\bar{l}$ — условный среднеарифметический диаметр частиц (средняя хорда), мм;
l — измеряемые размеры сечений (хорд) частиц;
K, m_1 — в соответствии с пп. 5.2 и 5.4.

5.9. Средний радиус сечений частиц (пор) на шлифе вычисляют по формуле

$$\hat{\rho} = \left(\frac{V_1}{\pi n_1} \right)^{1/2}, \tag{10}$$

где $\hat{\rho}$ — средний радиус сечения частиц по площади на шлифе, мм;

V_1 — объем частиц, для которых измеряется средний радиус в долях единицы;

n_1 — количество частиц в единице площади шлифа, шт./мм^2.

Среднеарифметический радиус сечений частиц (пор) на шлифе вычисляют по формуле

$$\bar{\rho} = \frac{m_1}{2 n_1 L_1 K}, \tag{11}$$

где $\bar{\rho}$ — среднеарифметический радиус сечений частиц (пор) на плоскости шлифа, мм;

m_1, n_1, L_1, K — в соответствии с пп. 5.2, 5.4.

5.10. Средний радиус частиц (пор) материала по объему вычисляют по формуле

$$\hat{r} = \left(\frac{V_1}{\frac{4}{3} \pi N_1} \right)^{1/3} \tag{12}$$

где $\hat{r}$ — средний радиус частиц (пор) материала по объему, мм;

V_1, N_1 — в соответствии с пп. 5.2 и 5.3.

Среднеарифметический радиус частиц (пор) материала вычисляют по формуле

$$\bar{r} = \frac{n_1}{2 N_1}, \tag{13}$$

где $\bar{r}$ — среднеарифметический радиус частиц (пор) материала, мм;

n_1, N_1 — в соответствии с пп. 5.2 и 5.3.

5.11. Среднеквадратическое отклонение радиусов частиц вычисляют по формуле

$$\sigma_r = r_m (\Upsilon_2 - \Upsilon_1^2)^{1/2}, \tag{14}$$

где σ_r — среднеквадратическое отклонение радиусов частиц, мм;

r_m — максимальный радиус частиц, вычисляемый по формуле

$$r_m = \left(\frac{3}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{2}{\pi} l_m, \tag{15}$$

l_m — максимальный размер хорды, мм;

Υ_1 — момент непрерывного распределения первого порядка, вычисляемый по формуле

$$\Upsilon_1 = \bar{r}/r_m, \tag{16}$$

Υ_2 — момент непрерывного распределения частиц по объему второго порядка, вычисляемый по формуле

$$\Upsilon_2 = \frac{l_m \Upsilon_3}{\bar{l}}, \tag{17}$$

Υ_3 — момент непрерывного распределения частиц по объему третьего порядка, вычисляемый по формуле

$$\Upsilon_3 = \frac{V_1}{\frac{4}{3}\pi r_m^3 N_1} \tag{18}$$

где V_1, N_1, $\bar{r}$ — в соответствии с пп. 5.1, 5.3, 5.8.

5.12. Коэффициент, характеризующий вид функции распределения частиц по объему, вычисляют по формуле

$$B_e = \frac{\sigma_r}{r_m - r_0}, \tag{19}$$

где B_e — коэффициент функции распределения частиц по объему материала;

r_m — вычисляют по формуле (15);

r_0 — минимальный радиус частиц в объеме, мм:

$$r_0 = \left(\frac{3}{2}\right)^{1/2} \rho_0, \tag{20}$$

ρ_0 — определяют по формуле (5).

5.13. Среднюю толщину перегородок между порами вычисляют по формуле

$$\hat{Z} = \frac{1 - П_1}{S_1}, \tag{21}$$

где $\hat{Z}$ — средняя толщина перегородок между порами, мм;

$П_1$ — пористость материала в долях единицы;

S_1 — поверхность пор, мм^2/мм^3.

5.14. Коэффициент неравноосности частицы вычисляют по формуле

$$K_н = H_m/H_0, \tag{22}$$

где $K_н$ — коэффициент неравноосности;

H_m — максимальный размер частицы;

H_0 — минимальный размер частицы, мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

Пояснение терминов, встречающихся в стандарте

Термин	Определение
Винты микронаводки	Регулировочные винты, позволяющие поместить образец в фокус микроскопа
Клавиша	Приспособление для включения и отключения интеграционного устройства
Количественная оценка структуры	Определение числовых значений параметров структуры
Коэффициент, характеризующий вид функции распределения частиц	Отношение квадратического отклонения радиусов частиц к разнице максимального и минимального радиуса частиц
Коэффициент неравноосности	Отношение максимального и минимального линейных размеров частиц во взаимно перпендикулярных направлениях
Объемное содержание компонента в материале	Отношение объема частиц данного компонента к общему объему материала
Параметр структуры	Величина, характеризующая свойство структуры
Перекрестие окуляра	Взаимно перпендикулярные тонкие нити, которые нанесены на линзу окуляра
Пористость материала	Отношение объема пор к общему объему материала
Пришлифовка	Тонкий непрозрачный срез материала, подготовленный для микроскопического анализа
Предметное стекло	Стекло, на которое наклеивается срез материала, по размерам соответствующее расстоянию между захватами объектодержателя
Среднеарифметическая хорда	Отношение суммы отрезков, образуемых от пересечения секущей, проведенной в плоскости шлифа, с периметром сечений частиц к общему количеству этих отрезков
Средний радиус сечений частиц (кругов)	Величина, характеризуемая суммарной площадью частиц данного компонента на срезе, отнесенной к количеству этих частиц
Среднеарифметический радиус частиц на шлифе	Отношение суммарной длины радиусов всех частиц данного компонента на срезе к количеству этих частиц

Продолжение

Термин	Определение
Среднеарифметический радиус частиц	Отношение суммарной длины радиусов частиц к количеству этих частиц
Средний радиус по объему	Величина, характеризуемая суммарным объемом частиц данного компонента, отнесенного к количеству этих частиц
Фокус микроскопа	Место наилучшей видимости исследуемого образца
Шлиф	Тонкий прозрачный срез материала, подготовленный для микроскопического анализа и наклеенный на предметное стекло
Цена условной единицы измерения	Коэффициент пересчета единиц измерения прибора в натуральные единицы длины

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Образец формы журнала регистрации результатов замеров длин хорд при микроскопическом количественном анализе

Количество замеров хорд	Длины хорд сечений частиц			
	1-го компонента	2-го компонента	3-го компонента	i-го компонента
1	2	3	4	5
. . . . .				
. . . . .				
. . . . .				
300				
Суммы:	$\Sigma l =$			
	$\sum \frac{1}{l} =$			
	$\sum \frac{1}{l^2} =$			

Дата проведения анализа:

«_____» _____

Ответственный исполнитель

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

Образец формы журнала параметров исследуемой структуры

Наименование исследуемого материала, его характеристика и общая пористость	№ шлифа (пришлифовки)	Параметры структуры												
		m_1, шт/мм	L_1, мм	l_0, мм	l_m, мм	$\bar{l}$, мм	n_1, шт/мм²	n_{1M}, шт/мм²	ρ_0, мм	ρ_m, мм	$\hat{\rho}$, мм	$\bar{\rho}$, мм	N_1, шт/мм³	N_{1M}, шт/мм³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Продолжение

Наименование исследуемого материала, его характеристика и общая пористость	№ шлифа (пришлифовки)	Параметры структуры											
		S_1, мм²/мм³	V_1	$П_1$	$П_{1M}$	r_0, мм	r_m, мм	$\hat{r}$, мм	$\bar{r}$, мм	σ_r, мм	$\hat{Z}$, мм	B_e	$K_н$
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

Редактор *В. Н. Розанова*
Корректор *Э. В. Митяй*
Технический редактор *Ф. И. Шрайбштейн*

Сдано в наб. 15.03.79 Подп. в печ. 13.04.79 0,75 п. л. 0,63 уч.-изд. л. Тир. 6000 Цена 3 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, Москва, Д-557, Новопресненский пер., д. 3.
Вильнюсская типография Издательства стандартов ул. Миндауго, 12/14. Зак. 1509

gost.e-ecolog.ru