ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ
СОЮЗА ССР

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ

ЧАСТЬ 2

Издание официальное

Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО СТАНДАРТОВ
1985

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТЫ
СОЮЗА ССР

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ

ЧАСТЬ 2

Издание официальное

МОСКВА—1985

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Сборник «Бетон и железобетонные изделия. Методы испытаний материалов» часть 2 содержит стандарты, утвержденные до 1 января 1985 г.

В стандарты внесены все изменения, принятые до указанного срока. Около номера стандарта, в который внесено изменение, стоит знак *.

Текущая информация о вновь утвержденных и пересмотренных стандартах, а также о принятых к ним изменениях публикуется в выпускаемом ежемесячно информационном указателе «Государственные стандарты СССР».

30209
085(02)—85 —85

© Издательство стандартов, 1985

Группа Ж19

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

ГОСТ 310.5—80

ЦЕМЕНТЫ

Метод определения теплоты гидратации

Cements.
Method of test for heat of hydration

Взамен
ГОСТ 4798—69
в части испытания
цементов

ОКП 57 3000

Постановлением Государственного комитета СССР по делам строительства от 24 марта 1980 г. № 32 срок введения установлен

с 01.01.81

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт распространяется на цементы и устанавливает метод определения теплоты гидратации твердеющего цемента путем непосредственного измерения температуры цементного раствора.

1. АППАРАТУРА

1.1. Для определения теплоты гидратации применяют следующую аппаратуру:

термостат водяной марок ТС-16А; ГС-16АМ; УТ-15; СЖМЛ-19 по ГОСТ 15150—69, позволяющий поддерживать постоянную температуру с точностью до 0,1° С;

термос цилиндрической формы по ГОСТ 25336—82. Термос должен быть закрыт корковой пробкой с отверстием для термометра;

цилиндрический сосуд из белой жести на оловянной пайке, снабженный петлями и поворачивающейся в них проволочной ручкой. Внутренний диаметр сосуда должен быть менее внутреннего диаметра термоса на $1 \pm 0{,}5$ см и высота менее высоты цилиндрической части термоса на 5 ± 1 см;

термометр стеклянный по ГОСТ 13646—68 на 50° С с ценой деления шкалы 0,1—0,2° С и с длинной хвостовой частью для измерения температуры в термосе. Допускается использование самопишущих приборов той же точности;

термометр электроконтактный ТПК № 1—11—80 по ГОСТ 9871—75.

2. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

2.1. Пробу цемента отбирают по ГОСТ 22236—76 и обрабатывают по ГОСТ 310.1—76.

2.2. Термостат заполняют водой. Температуру воды доводят до 20±1°С и с помощью электроконтактного термометра поддерживают на этом уровне в течение всего периода испытаний.

2.3. Цилиндрический сосуд, предназначенный для цементного раствора, заполняют на 1 см ниже краев водой, температура которой приблизительно на 25°С выше температуры воды в термостате. Массу воды в сосуде определяют взвешиванием с точностью до 1 г.

Сосуд покрывают сверху кружком из бумаги (пергамента, кальки), целлофана или полиэтилена диаметром на 6 см больше диаметра сосуда, края кружка загибают вниз и прижимают к сосуду резинкой или ниткой.

В центре кружка делают отверстие для ввода стеклянной трубки, после чего сосуд помещают в термос, на дно которого предварительно кладут пробковую прокладку так, чтобы сосуд не опирался на стенки термоса.

Термос закрывают корковой пробкой. Корковая пробка должна быть пропитана резиновым клеем или проварена в парафине и высушена. В отверстие пробки плотно вставляют запаянную с одного конца тонкостенную стеклянную трубку для термометра и погружают ее примерно на $^2/_3$ высоты термоса так, чтобы она опустилась в воду не менее чем на $^1/_2$ высоты цилиндрического сосуда. В трубку наливают небольшое количество воды. Зазор между пробкой и трубкой уплотняют водонепроницаемой замазкой. После этого термос помещают в термостат.

2.4. Термос закрепляют в термостате так, чтобы верхний его край находился на несколько сантиметров ниже уровня воды. В стеклянную трубку, конец которой должен находиться над поверхностью воды, вставляют термометр, который должен доходить до дна трубки.

2.5. При использовании нескольких термосов каждый комплект (термос, пробка с трубкой, пробка-подставка и термометр) обозначают соответствующим номером. В процессе работы элементы собранного термоса не должны заменяться.

2.6. Температуру воды в термосе отмечают через 3 и 44 ч после погружения его в термостат.

При первом отсчете температура воды в термосе должна быть на 15°С выше температуры воды в термостате, в противном случае опыт повторяют, изменив соответственно первоначальную температуру воды, наливаемой в цилиндр.

2.7. Теплоемкость собранного термоса С, Дж/°С (кал/град), определяют по формуле

$$C = 0{,}2\frac{m}{2} + 0{,}45\frac{m_1}{2} + 0{,}2m_2 + m_3 + 0{,}11m_4 + 0{,}45m_5 + 0{,}46V,$$

где m — масса термоса, кг (г);
m_1 — масса корковой пробки, кг (г);
m_2 — масса стеклянной трубки для термометра, кг (г);
m_3 — масса воды в стеклянной трубке, кг (г);
m_4 — масса цилиндрического сосуда из жести, кг (г);
m_5 — масса пробки на дне термоса, на которую устанавливается сосуд из жести, кг (г);
V — объем части термометра, погружаемой в воду, см^3.

2.8. Теплоотдачу термоса $Q_к$, Дж/ч·°С (кал/ч·град), определяют по формуле

$$Q_к = (C + m_6)\frac{\lg t_3 - \lg t_{44}}{0{,}434\,(44-3)},$$

где C — теплоемкость собранного термоса, Дж/°С (кал/град);
m_6 — масса воды, кг (г);
t_3 — разность температур термоса и термостата через 3 ч, °С;
t_{44} — то же, через 44 ч.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Испытанию подвергают цементный раствор с соотношением цемента и песка, указанным в табл. 1, и водоцементным отношением (В/Ц), равным 0,3—0,4, обеспечивающим хорошее уплотнение раствора. Песок — по ГОСТ 6139—78. Масса сухой смеси должна быть 600—650 г.

Таблица 1

Виды цемента	Соотношение цемента и песка для цемента марки	
	400 и ниже	500 и выше
Портландцемент, портландцемент с минеральными добавками	1:2	1:2,5
Пуццолановый портландцемент	1:1,5	1:2
Шлакопортландцемент	1:1,2	1:1,5

3.2. Сухую массу перемешивают в сферической чашке лопаткой в течение 2 мин, после чего вливают воду и всю смесь энергично перемешивают в течение 3 мин.

3.3. Весь цементный раствор быстро переносят в цилиндрический сосуд, уплотняя его 6—10-кратным постукиванием сосуда о

поверхность стола. Прилипший к чашке раствор снимают кусочками ваты и тоже помещают в сосуд. Сосуд устанавливают в термостат, как указано в пп. 2.3—2.5.

3.4. После помещения термоса в термостат отмечают начальную температуру (t_0) цементного раствора. Дальнейшие отсчеты температуры производят в процессе ее повышения через каждый час круглосуточно, а во время снижения — в первые 16 ч через каждые 2 ч, а затем один раз в сутки до окончания испытания.

Если во время испытания максимальное повышение температуры будет менее 10° С или более 15° С, то необходимо повторить испытание, изменив соотношение между цементом и песком.

3.5. Испытание следует продолжать до тех пор, пока температура цементного раствора не снизится до температуры воды в термостате. Максимальная продолжительность испытания — 7 суток, при этом должна быть отмечена температура цементного раствора после 3 и 7 суток с момента начала испытания.

3.6. Запись температуры цементного раствора в термосе производят в соответствии со справочным приложением 1.

4. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Теплоту гидратации цемента определяют как количество тепла, выделяемого единицей массы цемента при его гидратации за определенный промежуток времени. Теплоту гидратации цемента q, Дж/кг (кал/г), вычисляют по формуле

$$q = \frac{Q}{m_7},$$

где m_7 — масса цемента, кг (г);

Q — общее количество теплоты, выделенное твердеющим цементом за данный промежуток времени, Дж (кал), определяемое по формуле

$$Q = C_p(t_x - t_0) + Q_к F_{0-x};$$

$$C_p = 0{,}2m_7 + 0{,}2m_8 + m_9 + C,$$

где C_p — теплоемкость термостата с цементным раствором, Дж/°С (кал/град);

C — теплоемкость собранного термоса по п. 2.7, Дж/°С (кал/град);

m_7 — масса цемента, кг (г);

m_8 — масса песка в цементном растворе, кг (г);

m_9 — масса воды, пошедшей на затворение раствора, кг (г);

t_0 — начальная температура цементного раствора, °С;

t_x — температура цементного раствора в конце данного промежутка времени, °С;

$Q_к$ — теплоотдача термоса по п. 2.8, Дж/ч·К (кал/ч·град);

F_{0-x} — площадь между кривой температуры раствора и линией температуры термостата, нанесенными на график за отрезок времени от О до Х ч в координатах градусы — часы. Площадь определяют с помощью планиметра или рассчитывают арифметически, при этом площадь, расположенную ниже линии температуры термостата, вычитают из площади, расположенной выше этой линии (приложение 2).

4.2. Теплоту гидратации цемента рассчитывают для 3 и 7 сут твердения цемента, а при необходимости, также для любых других точек.

Пример расчета теплоты гидратации цемента приведен в справочном приложении 3.

4.3. Протокол испытания оформляют в соответствии со справочным приложением 4.

4.4. Теплота гидратации цемента для ориентировочных предварительных расчетов может быть определена на основании данных минералогического состава цемента по следующей формуле

$$q_n = a_n C_3S + b_n C_2S + c_n C_3A + d_n C_4AF,$$

где q_n — теплота гидратации цемента n дней твердения, Дж/кг (кал/г);

a_n, b_n, c_n, d_n — коэффициенты тепловыделения минералов, определенные по табл. 2;

C_2S, C_3S, C_3A, C_4AF — содержание соответствующих минералов в цементе, %.

Таблица 2

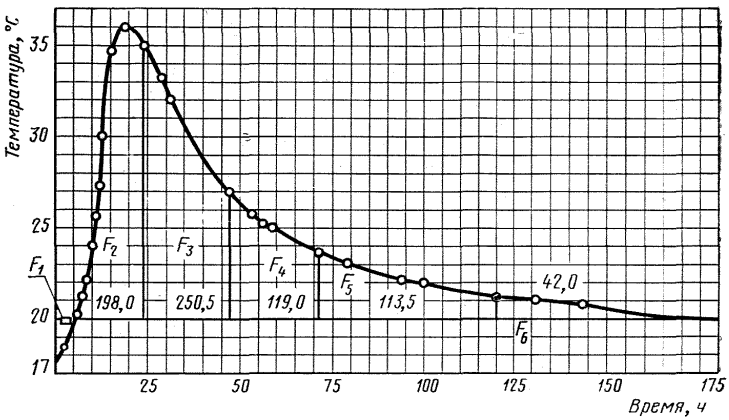
Продолжительность твердения		Коэффициенты тепловыделения			
		$\frac{Дж}{кг\%}$ (минерала)			$\frac{кал}{г}\%$ (минерала)
		a_n	b_n	c_n	d_n
Дни	3	0,929	0,159	1,517	—0,119
	7	1,093	0,231	2,069	—0,414
	28	1,142	0,153	2,299	+0,140
Месяцы	3	1,183	0,231	2,453	+0,332
	7	1,220	0,445	2,457	+0,382
	12	1,269	0,532	2,525	+0,400

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ПРИМЕР ЗАПИСИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА В ТЕРМОСЕ

Дата и время суток	Время от начала испытания, ч	Температура цементного раствора, °С
02.10 10 ч	0	17,7 (t_0)
11 ч	1	18,0
12 ч	2	18,4
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
15 ч 30 мин	5,5	20,0 ($t_{5,5}$)
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
24 ч	14	26,2
03.10 01 ч	15	30,2
02 ч	16	33,3
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
09 ч	23	35,2
10 ч	24	35,0 (t_{24})
12 ч	26	34,2
14 ч	28	33,5
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
. . .	. . .	. . .
24 ч	38	29,2
04.10 02 ч	40	28,8
10 ч	48	25,6 (t_{48})
05.10 10 ч	72	23,6 (t_{72})
06.10 10 ч	96	22,3
07.10 10 ч	120	21,2 (t_{120})
08.10 10 ч	144	20,8
09.10 10 ч	168	20,6 (t_{168})

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное



ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ПРИМЕР РАСЧЕТА ТЕПЛОТЫ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТА ЗА ДАННЫЕ ОТРЕЗКИ ВРЕМЕНИ

Продолжительность испытания, ч (точки отсчета)	Температура цементного раствора (начальная и за данный отрезок времени, °С)	Повышение температуры цементного раствора за данный отрезок времени, $(t_x - t_0)$, °С	Теплота, накопленная в термосе за данный отрезок времени $Q = C_p(t_x - t_0)$ Дж(кал)	F_1, $F_2 \ldots F_6$, °С·ч(град·ч)	$F_n = F_1 + F_2 \ldots + F_6$, °С·ч(град/ч)	Теплота, потерянная термосом за данный отрезок времени $Q_2 = Q_к F_1 + Q_к + F_2 \ldots + Q_к F_6$, Дж(кал)	Общее количество теплоты, выделенное цементом за данные отрезки времени $Q = Q_1 + Q_2$, Дж(кал)	Теплота гидратации цемента, выделенная за данный отрезок времени на единицу цемента $q = \frac{Q}{m_7}$, Дж/кг(кал/г)
0	17,7	—	—	—	—	—	—	—
5,5	20,0	—	—	6,5	—	—	—	—
24	35,0	17,3	16580 (3960)	198,0	191,5	12830 (3064)	29410 (7024)	173000 (41)
48	25,6	7,9	7570 (1808)	250,5	442,0	29614 (7072)	37184 (8880)	218730 (52)
72	23,6	5,9	5655 (1351)	119,0	561,0	37587 (8976)	43242(10327)	254360 (61)
120	21,2	3,5	3354 (801)	113,5	674,5	45192(10792)	48546(11593)	285560 (68)
168	20,6	2,9	2780 (664)	42,0	716,5	48006(11464)	50786(12128)	298740 (71)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

ПРОТОКОЛ

записи расчета теплоты гидратации цемента термосным методом

Дата _____ Испытание № _____
Температура помещения 16° С
Температура термостата 20° С

Цемент _____
(наименование вида цемента)

Термос № 5. Соотношение между цементом и песком (по весу)
1 : 2,5; В/Ц=0,31

Количество материалов на замес:
цемента (m_7) ... 0,17 кг (170 г)
песка (m_8) ... 0,425 кг (425 г)
воды (m_9) ... 0,053 кг (53 г)

Теплоемкость собранного термоса C=56,9 Дж·°С (кал/град)

Теплоотдача термоса $Q_к$=16,0 Дж/ч·°С (кал/ч·град)

Теплоемкость термоса с цементным раствором $C_р$=0,2·170+0,2·425+53+ +56,9=228,9 Дж·°С (кал/град) и далее, как указано в приложении 3.

Подписи _____

СОДЕРЖАНИЕ

3. Методы испытаний материалов

ГОСТ 310.1—76 Цементы. Методы испытаний. Общие положения . . . 3
(СТ СЭВ 3920—82)
ГОСТ 310.2—76 Цементы. Методы определения тонкости помола . . 5
(СТ СЭВ 3920—82)
ГОСТ 310.3—76 Цементы. Методы определения нормальной густоты,
(СТ СЭВ 3920—82)
сроков схватывания и равномерности изменения объема 9
ГОСТ 310.4—81 Цементы. Методы определения предела прочности при
(СТ СЭВ 3920—82)
изгибе и сжатии 18
ГОСТ 310.5—80 Цементы. Методы определения теплоты гидратации . . 31
ГОСТ 5382—73 Цементы. Методы химического анализа 40
ГОСТ 5802—78 Растворы строительные. Методы испытаний 98
ГОСТ 8735—75 Песок для строительных работ. Методы испытаний . . 109
ГОСТ 8269—76 Щебень из естественного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний . . 138
ГОСТ 9552—76 Цементы. Глиноземистый, высокоглиноземистый и гипсоглиноземистый расширяющийся. Методы химического анализа 188
ГОСТ 9758—77 Заполнители пористые неорганические для бетона. Методы испытаний 217
ГОСТ 22236—76 Цементы. Правила приемки 264
ГОСТ 22237—76 Цементы. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение 266
ГОСТ 25094—82 Добавки активные минеральные. Методы испытаний . . 268
ГОСТ 25589—83 Щебень, гравий и песок для строительных работ. Методы определения содержания сернокислых и сернистых соединений 278

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Часть 2

Редактор *Р. Г. Говердовская*
Технический редактор *Н. В. Келейникова*
Корректор *М. С. Кабашова*

Сдано в набор 29.06.84. Подп. к печати 14.03.85. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Литературная гарнитура. Высокая печать. 18,0 усл. п. л. 18,13 усл. кр.-отт. 19,17 уч.-изд. л. Тираж 40000. Зак. 2106. Цена 1 р. 20 к.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва ГСП, Новопресненский пер., д. 3.
Великолукская городская типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Псковского облисполкома, 182100, г. Великие Луки, ул. Полиграфистов, 78/12

gost.e-ecolog.ru