

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
Практическая работа 1. ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	5
Практическая работа 2. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	9
Практическая работа 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	15
Практическая работа 4. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДРУГИХ СТРАНАХ.....	19
Практическая работа 5. СВЯЗЬ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИХ ОБЪЕМА И СПОСОБА ХРАНЕНИЯ	23
Практическая работа 6. ВЛИЯНИЕ ОГNETУШАЩИХ ВЕЩЕСТВ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	28
Практическая работа 7. РАЗРАБОТКА ПРАВИЛ ПО КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	35
Практическая работа 8. ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	39
Библиографический список.....	44

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Пожарная опасность строительных материалов» предназначено для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль «Пожарная безопасность».

Приведенные в пособии теоретические и практические данные необходимы для детального ознакомления с пожароопасными характеристиками строительных материалов.

Знания, полученные в процессе изучения данного пособия, а также при выполнении практических занятий, необходимы для дальнейшей практической деятельности в области пожарной безопасности.

Практическая работа 1 ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: проведение оценки пожарной опасности строительных материалов на основании экспериментальных данных.

План работы

1. Изучить порядок обработки результатов термического анализа строительных материалов.
2. Выполнить задание по обработке результатов термического анализа.
3. Подготовить устные ответы на контрольные вопросы.
4. Оформить отчет о практической работе.

1. Основные теоретические сведения

Термогравиметрия (ТГ) — метод измерения изменений массы вещества в зависимости от температуры или времени.

В ходе опыта образец известной массы (обычно в несколько миллиграммов) нагревается с постоянной скоростью (1...20 °С/мин). До температуры, при которой начинается разложение, масса образца остается постоянной. В условиях реального эксперимента процесс разложения протекает в интервале температур. Выше температуры разложения кривая потери массы выходит на второе плато, на котором масса образца снова становится постоянной.

Термогравиграммы позволяют проследить за ходом превращения вещества в процессе нагревания. При этом происходят разные химические реакции: разложение, окисление и восстановление, дегидратация, замещение и т.п. Кривые можно использовать для решения ряда задач:

- 1) по потере массы можно судить о содержании определяемого компонента;
- 2) термогравиграммы дают информацию о составе соединений на разных стадиях разложения;
- 3) метод термогравиметрии позволяет провести одновременное определение компонентов (например кальция и магния в виде совместно осажденных оксалатов), не осуществимое другими методами. Метод часто применяют для определения влаги в пробах, причем по площадкам на термогравиграммах удастся различать адсорбированную и кристаллизационную воду;
- 4) можно установить интервал температур устойчивости разных форм вещества, в том числе гравиметрической формы, что очень важно при определении веществ гравиметрически.

Дифференциальная термогравиметрия (ДТГ) — метод термического анализа, основанный на регистрации скорости изменения массы образца в зависимости от температуры или времени. Метод ДТГ представляет собой первую производную кривой термогравиметрического анализа (ТГ) по температуре или времени. В ходе эксперимента образец нагревается по заданной температурной программе, аналогичной используемой при ТГ, а прибор автоматически рассчитывает скорость потери массы. На ДТГ-кривой процессы разложения, испарения или окисления проявляются в виде пиков, максимум которых соответствует температуре наибольшей скорости изменения массы. Использование ДТГ позволяет более точно определить температуры начала, максимума и окончания отдельных стадий термического разложения, а также разделять перекрывающиеся процессы, которые на ТГ-кривой могут выглядеть как единый участок потери массы. Метод ДТГ применяется для детального анализа кинетики термических процессов и интерпретации механизмов термического разложения веществ и материалов.

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) — термоаналитическая методика, в которой разница в количестве тепла, необходимого для повышения температуры образца и эталона, измеряется как функция температуры. И образец, и эталон поддерживаются при практически одинаковой температуре в течение всего эксперимента. Как правило, температурная программа для анализа ДСК разработана таким образом, что температура держателя образца линейно увеличивается как функция времени. Контрольный образец должен иметь хорошо определенную теплоемкость в диапазоне температур, подлежащих сканированию.

На рис. 1 представлено отображение ТГ- и ДТГ-графиков.

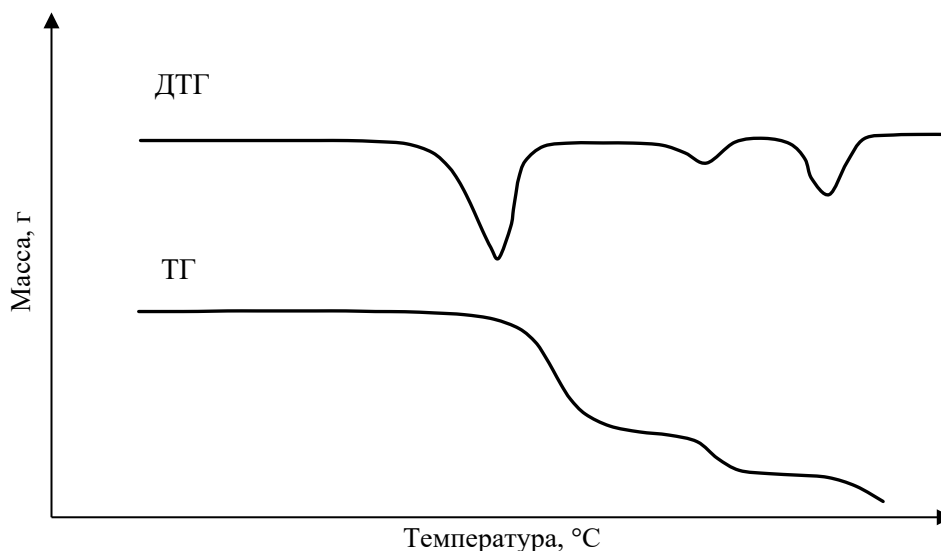


Рис. 1. Графики ТГ и ДТГ

Результатом эксперимента ДСК является кривая теплового потока в зависимости от температуры или от времени. Экзотермические реакции в образце могут быть показаны как положительные или как отрицательные пики, в зависимости от методики и традиций. Кривая ДСК может быть использована для расчета энтальпий фазовых переходов. Это делается путем интегрирования пика, соответствующего данному переходу (расчет площади пика). Пример графика ДСК представлен на рис. 2.

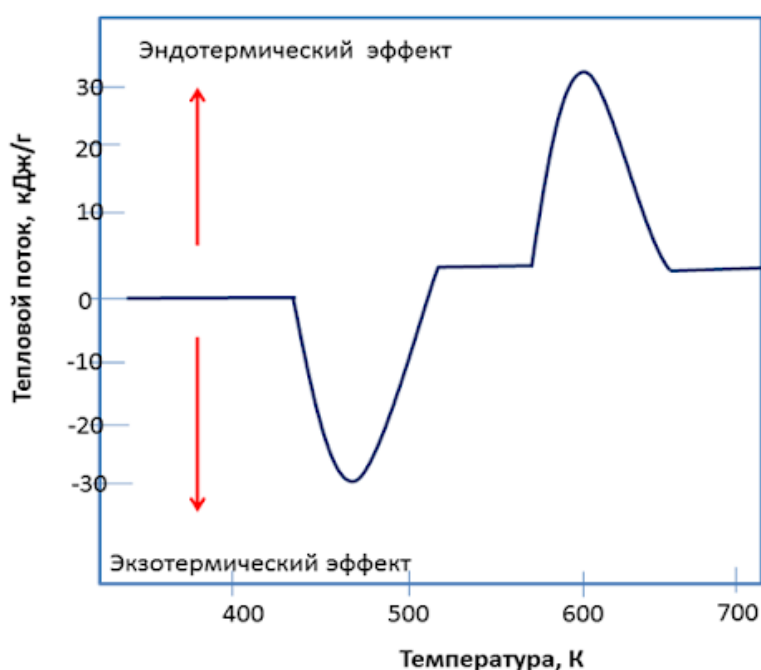


Рис. 2. График ДСК

2. Методика выполнения и оформления работы

В рамках практической работы обучающимся будут представлены графики дифференциального термического анализа (ДТА). Требуется провести анализ графика ДТА, для чего необходимо отметить на графиках начало, конец, а также максимум пика реакций термического разложения. Также надо провести расчет теплового эффекта эндо- и экзотермических реакций, соединив на графике ДСК точки начала и конца пика реакции прямой линией и выделив фигуру, образующуюся из кривой линии графика ДСК и получившейся прямой линии. Далее следует произвести расчет площади данной фигуры в масштабе графика ДСК. Допускается производить приближенный расчет площади (округление криволинейных фигур до прямолинейных). Полученные результаты анализа необходимо оформить в виде таблицы. Пример обработки графика ДТА приведен на рис. 3 и в табл. 1.

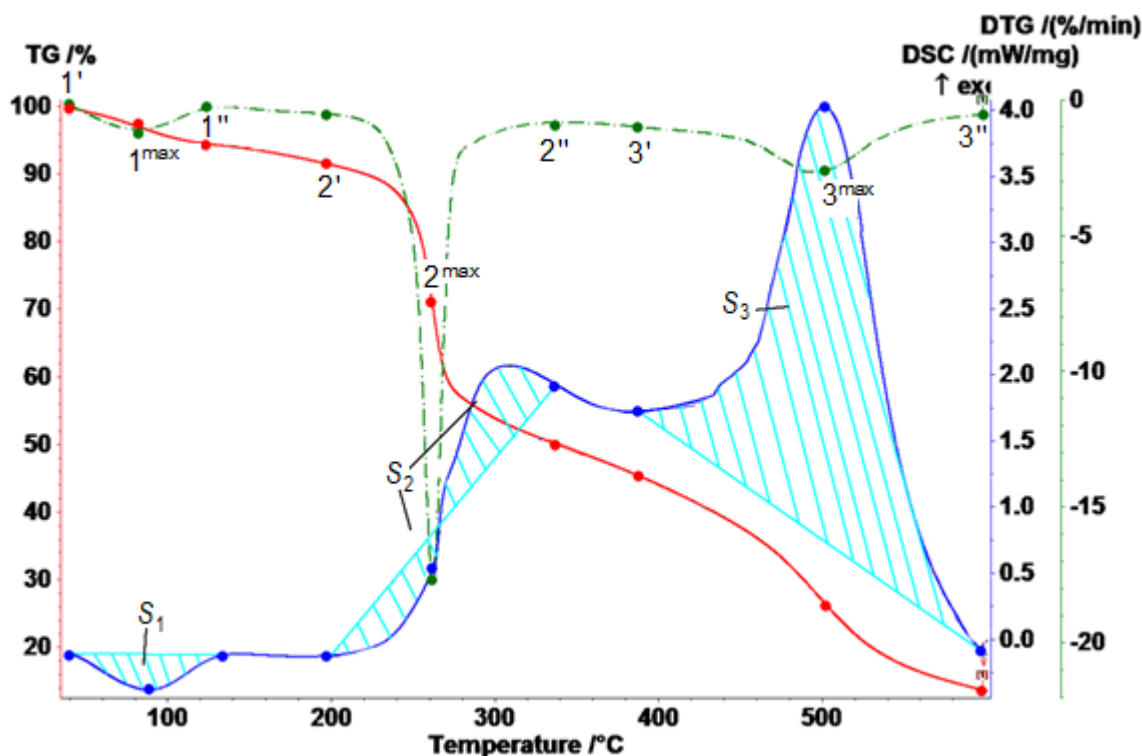


Рис. 3. Пример графика ДТА после анализа

Таблица 1

Пример результатов анализа графика ДТА

Номер пика	Начало пика, °C	Максимум пика, °C	Окончание пика, °C	Потеря массы, %	Максимальная скорость потери массы, % / мин	Тепловой эффект реакции, мВт / мг
1	20	89	132	6	1,2	-0,7
2	196	260	319	42	17,8	1,6
3	387	502	595	43	2,5	3
Общий тепловой эффект						3,9

3. Варианты заданий

Задания

1. Выделить начала, конец и максимум пиков реакций по графикам.
2. Определить изменение массы, %, в течение реакции по ТГ.
3. Найти скорость изменения массы по ДТГ.
4. Определить тепловой эффект реакции по следующему методу: соединить начало и конец пика реакции на ДСК кривой, провести расчет в масштабе ДСК.

Варианты заданий (рис. 4–8)

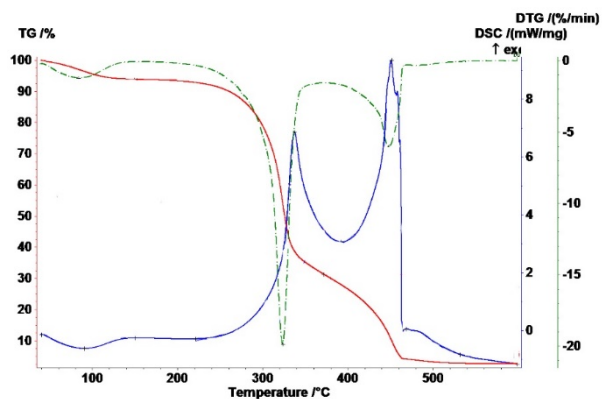


Рис. 4. Вариант 1

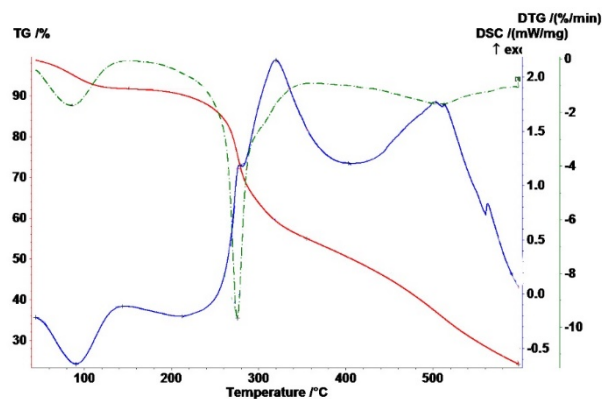


Рис. 5. Вариант 2

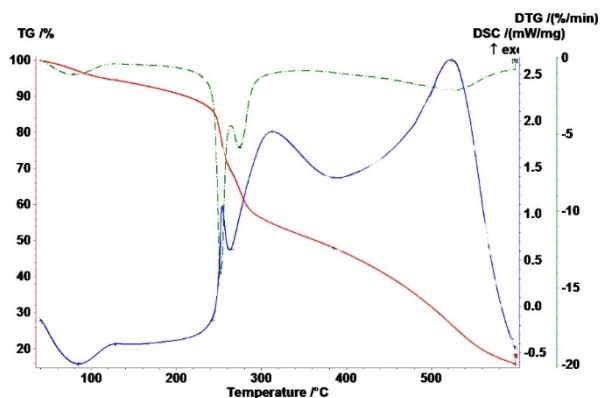


Рис. 6. Вариант 3

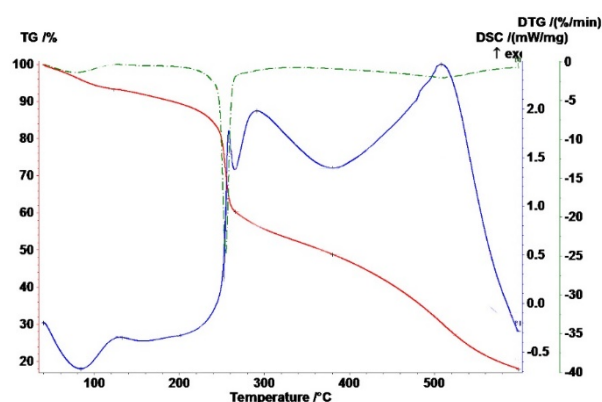


Рис. 7. Вариант 4

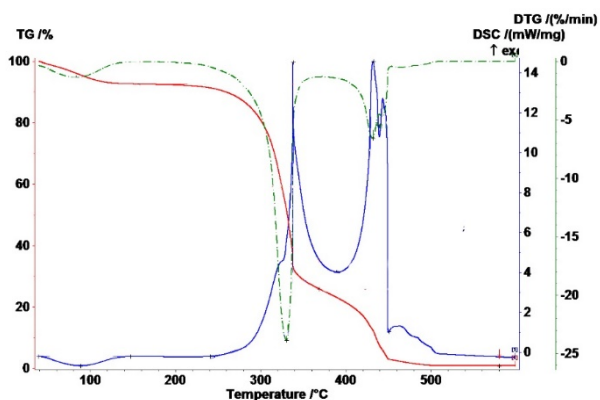


Рис. 8. Вариант 5

4. Содержание отчета

Отчет должен включать:

- график ДТА с отметками начала, конца и максимума пиков реакций и обозначением рассчитываемого пика ДСК для определения теплового эффекта реакций;
- результаты анализа графика ДТА по форме табл. 1.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое термический анализ?
2. Что такое ТГ, ДТГ, ДСК?
3. Приведите основные принципы термического анализа.
4. Обоснуйте применение термического анализа для оценки пожарной опасности строительных материалов.

Практическая работа 2

РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель работы: расчет температуры горения веществ.

План работы

1. Изучить теоретические сведения о процессах горения.
2. Рассмотреть документы в области технического регулирования, составить таблицу по форме табл. 4 в соответствии со своим вариантом.
3. Подготовить устные ответы на контрольные вопросы.
4. Оформить отчет о практической работе.

1. Основные теоретические сведения

Горение горючих веществ и материалов происходит в результате нагревания их источником зажигания, т.е. теплом, поступающим из внешней среды или выделяющимся в зоне горения.

Температура горения — температура (зоны пламени), до которой нагреваются продукты реакции горения. Это максимальная температура зоны химической реакции (зоны пламени).

Температуру горения рассчитывают, используя уравнение теплового баланса:

$$Q_{п.г}^{T_{п.г}} = \sum_{i=1}^k V_{п.г.i} C_{p.i} (T_{г} - T_0),$$

где $Q_{п.г}^{T_{п.г}}$ — количество теплоты, затраченное на нагрев продуктов горения, Дж; k — число компонентов продуктов горения; $V_{п.г.i}$ — объем i -го компонента продуктов горения, м³; $C_{p.i}$ — удельная теплоемкость i -го компонента продуктов горения при постоянном давлении, Дж/(м³·°C); $T_{г}$ — расчетная (конечная) температура продуктов горения, °C; T_0 — начальная температура продуктов горения (как правило, температура окружающей среды), °C.

Для удобства вычислений значения удельных теплосодержаний (энтальпий) компонентов горения при различных температурах приведены в табл. 2 (кДж/моль) и табл. 3 (кДж/м³).

Таблица 2

Энтальпия (теплосодержание) газов при постоянном давлении

t, °C	Теплосодержание, кДж/моль					
	O ₂	N ₂	Воздух	CO ₂	H ₂ O	SO ₂
0	0	0	0	0	0	0
100	2956,0	2917,5	2917,5	3814,1	1281,7	4081,1
200	5991,7	5849,3	5866,0	8019,6	6829,7	8505,7
300	9125,8	8819,9	8861,8	12 536,5	10 378,6	13 223,6
400	12 360,5	11 849,3	11 924,7	17 313,1	14 044,9	18 167,8
500	15 678,9	14 945,7	15 058,8	22 303,4	17 828,4	23 275,4
600	19 072,9	18 104,9	18 255,8	27 473,8	21 733,5	28 533,9
700	22 521,2	21 331,3	21 524,0	32 795,1	25 772,7	33 876,1
800	26 019,9	24 616,2	24 842,5	38 237,9	29 937,5	39 285,5
900	29 564,6	27 955,7	28 211,3	43 785,5	34 232,3	44 799,5
1000	33 142,9	31 337,0	31 621,9	49 442,0	38 648,5	50 321,9
1100	36 750,5	34 760,2	35 074,5	55 440,4	43 198,9	55 907,2
1200	40 391,6	38 221,2	38 560,6	60 922,6	47 807,9	61 492,4
1300	44 036,9	41 719,8	42 067,6	66 788,6	52 584,5	67 161,5
1400	47 724,1	45 252,0	45 629,1	72 654,6	57 403,0	72 797,1
1500	51 453,2	48 771,6	49 190,6	78 562,5	62 347,2	78 436,8
1600	55 182,3	52 375,0	52 794,0	84 554,2	67 333,3	84 135,2
1700	58 953,3	55 936,5	56 397,4	90 545,9	72 445,1	89 821,0
1800	62 766,2	59 539,9	60 000,8	96 579,5	77 598,8	95 557,1
1900	66 579,1	63 143,3	63 646,1	102 613,1	82 794,4	101 184,3
2000	70 392,0	66 788,6	67 333,3	108 646,7	88 073,8	107 012,6

t, °C	Теплосодержание, кДж/моль					
	O ₂	N ₂	Воздух	CO ₂	H ₂ O	SO ₂
0	0	0	0	0	0	0
2100	74 246,8	70 433,9	710 120,5	114 722,2	93 395,1	112 715,2
2200	78 101,6	74 131,1	74 707,7	120 839,6	98 758,3	118 451,3
2300	81 998,3	77 766,4	78 394,9	126 915,1	104 163,4	124 220,9
2400	85 936,9	81 453,6	82 124,0	133 032,5	109 631,3	130 024,1
2500	89 875,5	85 140,8	85 853,1	139 149,9	115 141,1	135 756,0
2600	94 015,2	89 003,9	89 330,8	145 325,9	119 398,2	141 513,0
2700	97 857,4	92 653,5	93 105,9	151 481,1	124 782,4	147 295,2
2800	101 833,7	96 437,0	96 789,0	157 560,7	130 342,5	152 985,3
2900	106 124,2	100 488,7	100 488,7	163 795,5	135 848,2	158 813,6
3000	110 113,2	103 828,2	104 205,3	169 946,4	141 161,1	164 667,0

Таблица 3

Энтальпия (теплосодержание) газов при постоянном давлении

t, °C	Теплосодержание ΔH , кДж/м ³					
	O ₂	N ₂	Воздух	CO ₂	H ₂ O	SO ₂
0	0	0	0	0	0	0
100	131,8	130,1	130,1	170,1	150,6	181,4
200	267,2	260,9	261,6	357,7	304,7	377,9
300	407,1	393,6	395,4	559,7	463,0	587,0
400	551,4	528,7	532,1	772,6	626,8	824,6
500	669,3	666,6	672,0	925,1	786,2	1034,9
600	850,6	807,8	814,5	1225,6	969,5	1269,6
700	1004,7	951,9	960,3	1463,1	1149,7	1507,5
800	1160,6	1098,2	1108,2	1706,2	1335,3	1746,4
900	1319,0	1246,9	1258,7	1953,8	1527,2	1994,8
1000	1478,6	1398,2	1410,7	2205,2	1724,2	2237,4
1100	1639,5	1551,1	1564,9	2460,4	1926,5	2488,8
1200	1802,1	1705,3	1720,4	2718,5	2133,9	2735,2
1300	1965,1	1861,2	1877,5	2979,1	2345,5	2979,5
1400	2129,8	2010,0	2035,5	3241,4	2560,9	3238,0
1500	2295,7	2176,7	2194,7	3505,7	2781,3	3488,2
1600	2462,4	2335,5	2355,2	3771,4	3004,2	3747,5
1700	2630,5	2495,9	2515,7	4039,6	3231,7	4003,1
1800	2799,7	2656,4	2678,2	4307,3	3461,3	4261,2
1900	2969,4	2818,2	2840,4	4579,7	3693,5	4529,8
2000	3140,8	2979,9	3004,2	4847,8	3928,5	4667,6
2100	3311,7	3142,9	3167,6	5118,2	4166,1	5059,4
2200	3497,8	3306,3	—	3332,3	4405,8	5337,2
2300	3659,1	3469,3	3497,4	5660,7	4667,1	5608,7
2400	3834,3	3633,1	3663,3	5933,0	4890,9	5892,8
2500	4009,8	3797,4	3828,8	6209,6	5136,5	6169,8
2600	4184,9	3953,9	3988,4	6487,4	5387,1	6460,1
2700	4368,9	4135,9	4156,5	6761,8	5639,3	6753,8
2800	4546,1	4304,4	4320,7	7033,3	5897,8	7050,9
2900	4729,2	4469,0	4484,9	7311,1	6159,3	7351,3
3000	4914,9	4634,5	4652,1	7589,7	6425,8	7655,1

Расчет температуры горения может быть произведен только методом *последовательных приближений*, поскольку теплоемкость газов зависит от температуры горения.

Для расчета температуры горения требуется определить параметры, сведенные в табл. 4.

Схема расчета температуры горения

Определяемые параметры	Формулы и обозначения
1. Объем и состав продуктов горения	$V_{n,r,i}$ — объем i -го продукта горения, м ³ ; $\Sigma V_{n,r}$ — суммарный объем продуктов горения, м ³ ; k — число компонентов
2. Низшая теплота горения или количество теплоты, пошедшей на нагрев продуктов горения	$Q_{n,r}$ — теплота, выделившаяся при горении, кДж
3. Среднее значение энтальпии продуктов горения	$H_{cp} = \frac{Q_{n,r}}{\Sigma V_{n,r}}$
4. Температура горения T_1	Определяется по табличной зависимости энтальпии от температуры, °С
5. Теплосодержание продуктов горения с температурой T_1	$Q'_{n,r} = \Sigma H_i(T_1)V_{n,r}$, кДж
6. Проверка направления уточнения температуры	Если $Q'_{n,r} < Q_{n,r}$, то $T_2 > T_1$. Если $Q'_{n,r} > Q_{n,r}$, то $T_2 < T_1$
7. Теплосодержание продуктов горения при температуре T_2	$Q''_{n,r} = \Sigma H_i V_{n,r}$
8. Условие завершения итераций	$Q'_{n,r} < Q_{n,r} < Q''_{n,r}$
9. Температура горения	$T_r = T_1 + \frac{(Q_{n,r} - Q'_{n,r})(T_2 - T_1)}{Q''_{n,r} - Q'_{n,r}}$

Действительная температура горения на пожаре для большинства газообразных, жидких и твердых веществ изменяется в достаточно узких пределах (1300...1800 К). В связи с этим расчетная оценка действительной температуры горения может быть значительно упрощена, если теплоемкость продуктов горения выбирать при температуре 1500 К:

$$T_{п.г} = T_0 + \frac{Q_{n,r}}{\Sigma C_{pi}^* V_{п.г,i}},$$

где C_{pi}^* — теплоемкость i -го продукта горения при 1500 К (табл. 5).

Таблица 5

Теплоемкости продуктов горения

Вещество	Теплоемкость	
	кДж/м ³ ·К	кДж/моль·К
CO ₂	2,27	50,85·10 ⁻³
SO ₂	2,28	51,07·10 ⁻³
H ₂ O (пар)	1,78	39,87·10 ⁻³
N ₂	1,42	31,81·10 ⁻³
Воздух	1,44	32,26·10 ⁻³

2. Методика выполнения и оформления работы

Работа выполняется в письменном виде. Обучающиеся получают исходный вариант задания, берут из него данные, проводят расчеты и записывают ответ.

Пример 1. Определить действительную температуру горения древесины следующего состава, %: С — 45; Н — 5,0; S — 0; О — 35; N — 1; А — 4; W — 10, если горение протекает при коэффициенте избытка воздуха $\alpha_v = 1,4$. Недожог составляет 5 % Q_H , а потери теплоты излучением — 10 % Q_H . Начальные условия — нормальные.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru