

Профессор Ю.В. Красовицкий,

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра процессов и аппаратов химических и пищевых производств, тел. (4732) 55-38-87

профессор С.Ю. Панов, студентка К.Б. Ким,

студентка А.М. Чикалова

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств, тел. (473) 249-91-13

Рациональная теплоизоляция газоходов и пылеуловителей в производстве огнеупоров

С учетом тенденции к интенсификации ряда отраслей, в том числе, и производств огнеупоров, сформулированы требования к теплоизоляционным материалам, приведены некоторые их свойства, рассмотрены нормы теплопотерь изолированными поверхностями в зависимости от температуры теплоносителя и соответствующие расчетные зависимости. Весьма удобны для оперативной работы расчеты номограммы, позволяющие определить толщину теплоизоляции для пылегазовых трактов круглого сечения и плоских рабочих поверхностей.

Considering the trend towards intensification of some industries, including refractory manufacturing, the requirements to insulation materials are determined. Some of their properties are given. Normal heat loss by insulated surfaces is studied depending on the coolant temperature. The corresponding calculating equations is studied. It is very convenient for operational work to use nomogram calculations for determining the thickness of insulation for round dust and gas tracts and flat working surfaces.

Ключевые слова: теплоизоляция, теплопотери, огнеупоры, пылеулавливание.

Теплоизоляция газов и пылеулавливающей аппаратуры является необходимой предпосылкой успешной реализации аэродинамических способов повышения эффективности пылеулавливания, так как снижение температуры газов ниже точки росы неизбежно вызовет залипание распределительных устройств, изменение их геометрии и резкое увеличение значения коэффициента гидравлического сопротивления [1,2].

К теплоизоляционным материалам предъявляют следующие требования:

- низкая объемная плотность: до 650 кг/м³ для стационарных и до 250 кг/м³ для нестационарных установок;

- низкий коэффициент теплопроводности: не выше 0,10 Вт/(м·°C) при средней температуре 2000 °C (средняя температура изоляции) для высокоэффективных теплоизоляционных материалов; 0,17 Вт/(м·°C) при средней температуре 170 °C для среднеэффективных; 0,25 Вт/(м·°C) при средней температуре 125 °C для низкоэффективных материалов;

- высокая температуростойкость: материал не должен гореть и поддерживать горение, тлеть после удаления открытого пламени и должен выдерживать температурные пределы его применения;

- механическая прочность, определяющая долговечность изоляции и надежность ее эксплуатации;

- низкая водопоглощающая способность при погружении в воду и низкая гигроскопичность;

- морозостойкость;

- биостойкость – материал не должен подвергаться гниению;

- антикоррозионностойкость – материал не должен вызывать или способствовать коррозии металла;

- отсутствие специального запаха – материал не должен выделять при эксплуатации и горении ядовитых и вредных газов, кроме оксида и диоксида углерода, и должен быть безвредным при монтаже и эксплуатации;

- воздухо- и газонепроницаемость;

- удобство в монтаже;

- материал должен изготавливаться промышленно.

Теплоизоляционный материал, который отвечал бы всем перечисленным требованиям, найти очень трудно. Однако многие требования можно удовлетворить созданием рациональной изоляционной конструкции с покровным слоем, предохраняющим изоляцию от увлажнения и увеличивающим ее механическую прочность и огнестойкость.

В таблице 1 приведены объемная плотность и коэффициент теплопроводности

наиболее распространенных теплоизоляционных материалов [2].

Т а б л и ц а 1.

Некоторые свойства теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционный материал	Объемная плотность кг/м ³	Коэффициент теплопроводности Вт/(м·°С)
Войлок шерстяной	330	0,053
Диатомит (молотый)	450	0,091+0,00028
Минеральная вата	150-250	0,047-0,070
Шлак доменный гранулированный	350-500	0,14-0,164
Шлак котельный штукатурка	700-1000 1680	0,117-0,29 0,784

Как следует из этих данных, исключительными преимуществами перед другими материалами обладает минеральная вата, она состоит из тончайших стекловидных волокон, полученных путем распыления жидкости расплава шихты из шлаков, горных пород или иных силикатных материалов.

Минеральную вату используют в качестве теплоизоляционного материала при температуре изолируемых поверхностей до 600 °С. Широкое применение получили минеральные маты, представляющие собой полотна прямоугольной формы и равномерной толщины с обкладкой проволоочной сеткой с двух сторон и прошитые отоженной проволокой диаметром 0,8 мм. Маты имеют продольную или поперечную прошивку. Размеры типовых матов следующие: длина 1000, ширина 500, толщина 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 и 100 мм.

В качестве покровного слоя по тепловой изоляции используют в основном изделия, которые при монтаже надо только собрать. К ним относятся готовые изделия из металлических листов, скорлупы из стеклопластика и т.п. Эти изделия применяют в качестве теплоизоляционных слоев для теплоизоляционных конструкций, изготавливаемых централизованно, а также в качестве покровного слоя для сборных теплоизоляционных конструкций, монтируемых на объектах из отдельных элементов.

Штукатурные покрытия используют только при отсутствии готовых сборных покрытий, а также на объектах сложной конфигурации и криволинейных поверхностях, где применение сборных покрытий затруднено. Штукатурные покрытия изготавливают из песчано-цементного раствора, а затем окрашивают алюминиевой АЛ-177 или перхлорированной краской. Штукатурное покрытие, нанесенное на изоляцию вибрирующих объектов, оклеивают тканью (хлопчатобумажной, стек-

лянной или мешковиной) и окрашивают одной из указанных красок. В таблице 2 приведены нормы теплотер q поверхностями. Для газоходов диаметром более 1000 мм их принимают как для плоских поверхностей. Среднюю температуру изоляционного слоя $t_{из}$ определяют по формуле:

$$t_{cp} = (t_T + t_{из})/2, \quad (1)$$

где $t_{из}$ - температура на поверхности основного изоляционного слоя под штукатуркой, °С, принимают в зависимости от t_T - температуры теплоносителя и $t_в$ - температуры окружающего воздуха по таблице 3.

Расчетные средние температуры основного изоляционного слоя t_{cp} при других расчетных температурах окружающего воздуха $t_в$ приближенно находят по формуле:

$$t_{cp} = t_{cp25^\circ C} - (25 - t_в)/2, \quad (2)$$

Необходимое термическое сопротивление изоляции (в м²·С/Вт) определяют по формулам:

а) для плоских поверхностей и цилиндрических объектов диаметром более 1000 мм.

$$R_{из} = ((t_T + t_в)/q - m_1), \quad (3)$$

б) для цилиндрических поверхностей диаметром менее 1000 мм.

$$R_{из} = (t_T + t_в)/q - m_2, \quad (4)$$

где t_T - температуры теплоносителя, °С; q - теплотер с 1 м² поверхности изоляции, Вт/м², или с 1 м цилиндра, Вт/м (по таблице 2).

Значения m_1 и m_2 в формулах (3) и (4) приведены в таблице 4.

Нормы теплопотерь q изолированными поверхностями при температуре окружающего воздуха $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зависимости от температуры теплоносителя t_T [1,2]

Наружный диаметр, мм	$q, \text{Вт/м}^2$, при $t_T, ^{\circ}\text{C}$										
	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550
520	180	198	267	336	408	480	551	625	698	770	834
620	203	233	314	390	465	546	620	684	766	853	916
720	226	267	360	441	510	603	690	754	835	936	1018
820	250	302	398	490	562	670	760	830	920	1020	1110
920	280	335	445	545	615	740	830	910	1020	1120	1230
Плоская поверхность*	76	88	110	135	160	180	205	220	245	270	295

Т а б л и ц а 3

Температура на поверхности основного изоляционного слоя под штукатуркой $t_{из}$ в зависимости от температуры теплоносителя t_T [1,2]

Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	$t_{из}, ^{\circ}\text{C}$, при $t_T, ^{\circ}\text{C}$					
	100	200	300	400	500	600
+25	40	50	60	70	80	90
+15	30	40	50	60	70	80
0	15	20	25	30	40	50
-10	5	10	15	20	25	30
-30	-15	-10	-5	0	0	10

Т а б л и ц а 4

Значения m_1 и m_2 при использовании в качестве покровного слоя штукатурки в зависимости от температуры теплоносителя t_T

Диаметр газохода, мм или формы изолируемой поверхности	$m, \text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C/Вт}$, при $t_T, ^{\circ}\text{C}$					
	в помещении			вне помещения		
	100	300	500	100	300	500
Значения m_2						
630	0,071	0,063	0,056	0,041	0,037	0,033
720	0,063	0,057	0,053	0,036	0,034	0,031
820	0,057	0,053	0,048	0,033	0,031	0,028
920	0,057	0,048	0,043	0,030	0,028	0,027
Значения m_1						
Плоская поверхность	-	0,19	-	-	0,12	-

Для оперативного решения возникающих проблем, связанных с определением общей толщины теплоизоляции, весьма удобны номограммы приведенные в [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1 Русанов, А. А. Справочник по пыле- и газоулавливанию [Текст] / А. А. Русанов. - М: Энергил. – 348 с.

2 Энтин, В. И. Аэродинамические способы повышения эффективности систем и аппаратов пылеулавливания в производстве огнеупоров [Текст] / В. И. Энтин, Ю. В. Красовицкий, Н. М. Анжеуров и др. - Воронеж: Истоки, 1998. - 362 с.

REFERENCES

1 Rusanov, A. A. Handbook of entrapment of gas and dust [Text] / A. A. Rusanov. - M: Energil. – 348 p.

2 Entin, V. I. Ways to improve the aerodynamic efficiency of dedusting systems and devices in the production of refractories [Text] / V. I. Entin, Y. V. Krasovitsky, N. M. Anzheurov et al - Voronezh: Istoki, 1998. – 362 p.