

Щербин Сергей Анатольевич,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: dekan_ftk@angtu.ru

Глотов Валерий Андреевич,

обучающийся, Ангарский государственный технический университет,

e-mail: valera.glotov.2002@mail.ru

ПОДБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Shcherbin S.A., Glotov V.A.

SELECTION OF MATERIAL FOR THERMAL INSULATION

Аннотация. Рассмотрены основные требования к материалам, применяемым в качестве тепловой изоляции, и условие целесообразности применения выбранного материала.

Ключевые слова: тепловая изоляция, термическое сопротивление, тепловые потери.

Abstract. The main requirements for the materials used as thermal insulation and the condition for the feasibility of using the selected material are considered.

Keywords: thermal insulation, thermal resistance, heat loss.

Тепловая изоляция находит широкое применение в нефтехимической промышленности в первую очередь для уменьшения тепловых потерь, что является важным экономическим фактором при проектировании технологических аппаратов и трубопроводов. Кроме того, использование теплоизоляции способствует надежному проведению адиабатных, изотермических, экзотермических и других специфических химико-технологических процессов, а также защите оборудования от коррозии за счет предотвращения образования конденсата. Не менее важным фактором является обеспечение безопасных условий труда для персонала – температура наружной поверхности изоляции для аппаратов, расположенных в рабочей или обслуживаемой зонах помещений, не должна превышать 35-55 °С [1].

К материалам для тепловой изоляции предъявляются следующие требования: значение коэффициента теплопроводности $\lambda_{из}$ не должно превышать 0,12 Вт/(м·К) при 25 °С; малая плотность (менее 400 кг/м³) за счет высокой пористости; низкая гигроскопичность; высокая удельная теплоемкость (не менее 800 Дж/(кг·К)); термостойкость, механическая прочность, достаточная пластичность; пожаробезопасность (при горении материала не должны выделяться вредные и ядовитые вещества); отсутствие собственного запаха и невосприимчивость к посторонним запахам; доступность, дешевизна и долговечность материала.

Известно, что увеличение толщины теплоизоляционного слоя не приводит к пропорциональному уменьшению тепловых потерь, так как в этом случае помимо увеличения термического сопротивления теплопередачи стенки возрастает площадь наружной поверхности теплообмена с окружающей средой [2]. Для примера рассмотрим влияние наружного диаметра однородной цилиндри-

ческой стенки на ее термическое сопротивление.

Линейное термическое сопротивление теплопередачи для однослойной цилиндрической стенки определяется по выражению:

$$R_l = R_{l1} + R_{lct} + R_{l2}, \quad (1)$$

где $R_{l1} = 1/(\alpha_1 d_1)$ и $R_{l2} = 1/(\alpha_2 d_2)$ – термические сопротивления теплоотдачи для внутренней и наружной поверхностей цилиндрической стенки, м·К/Вт, зависящие от коэффициентов теплоотдачи α_1 , α_2 и от диаметров соответствующих поверхностей d_1 , d_2 ; $R_{lct} = \ln(d_2/d_1)/(2\lambda)$ – термическое сопротивление теплопроводности, м·К/Вт; λ – коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/(м·К).

То есть

$$R_l = 1/(\alpha_1 d_1) + \ln(d_2/d_1)/(2\lambda) + 1/(\alpha_2 d_2). \quad (2)$$

Для оценки влияния толщины стенки на ее термическое сопротивление определим первую производную функции (2) по наружному диаметру d_2 , приравняем ее к нулю и выразим экстремальное значение $d_{кр}$:

$$d(R_l)/d(d_2) = 1/(2\lambda d_2) - 1/(\alpha_2 d_2^2) = 0, \quad (3)$$

$$d_{кр} = 2\lambda/\alpha_2. \quad (4)$$

Полученное значение наружного диаметра называется критическим и соответствует минимальному значению полного термического сопротивления или, другими словами, максимальным потерям теплоты через наружную поверхность.

Изложенные положения следует учитывать при подборе материала и расчете толщины тепловой изоляции. Так, при подборе материала для тепловой изоляции следует определить ее критический диаметр по выражению (5) и проверить условие целесообразности применения выбранного материала (6):

$$d_{mкр} = 2\lambda_m/\alpha_0; \quad (5)$$

$$d_{mкр} \leq d_n, \quad (6)$$

где λ_m – коэффициент теплопроводности материала изоляции, Вт/(м·К); α_0 – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции к окружающей среде (атмосферному воздуху).

Если условие (6) не выполняется, то следует выбрать другой материал с меньшим коэффициентом теплопроводности.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 60.13330.2012. Свод правил. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М.: Минрегион России, 2012. 63 с.

2. Варфоломеев Б.Г., Карасев В.В. Тепловая изоляция аппаратов. М.: МИТХТ, 2000. 61 с.