

Оформление работы следует начать с изложения основных теоретических положений выбранного задания, терминов и определений в соответствии с системой стандартов безопасности труда.

Выполнив соответствующие расчеты, необходимо сделать выводы об условиях работы путем сравнения полученных результатов с нормативами.

Принятые значения коэффициентов и нормативных показателей должны иметь ссылку на литературный источник, список которых необходимо привести в конце контрольной работы.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1

Расчет тепловой изоляции оборудования

Указания к решению и исходные данные

Для защиты человека от теплового излучения все оборудование с нагретыми технологическими средами должно быть теплоизолировано. При этом температура на поверхности изоляции не должна превышать 318 К. Экранирование нагретых поверхностей позволяет исключить не только возможность термических ожогов обслуживающего персонала при контакте с оборудованием, но и уменьшить как общее выделение тепла в рабочую зону производственного помещения, так и его лучистую часть. Помимо решения чисто гигиенических проблем – улучшение условий труда, тепловая изоляция позволяет также резко снизить тепловые потери через стенки оборудования, а следовательно, снизить расход энергии на осуществление технологического процесса.

Для теплоизоляции применяются материалы, теплопроводность ($\lambda_{из}$) которых при температурах 320-370 К меньше $0,2 \frac{Вт}{м \cdot К}$. При выборе

материала теплоизоляции следует принимать во внимание также его температуростойкость (см. табл. 1).

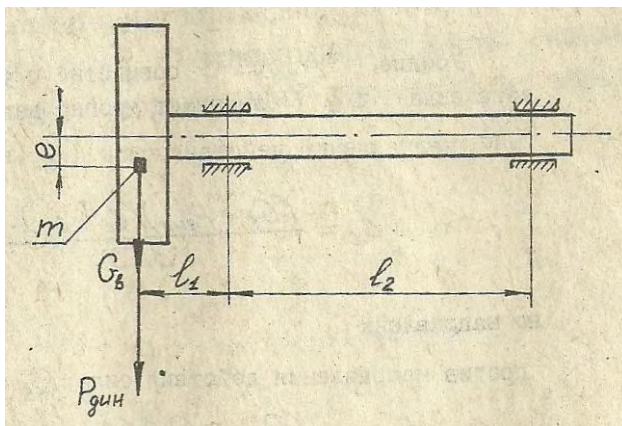


Рис. 1. Расчетная схема неуравновешенного консольно закрепленного ротора с двумя подшипниковыми опорами

Таблица 1

Свойства теплоизоляционных материалов

№ п/п	Материал		Плотность, кг м ³	Допустимая рабочая температура, К	Значение коэффициентов a и b в уравнении $\lambda_{из} = a + b \cdot T$,	
					$\frac{Вт}{м \cdot К}$	
					a	$b \cdot 10^3$
1	Асбест распушенный		250	490	0,390	0,197
			340		0,215	0,240
			650		0,581	0,190
			800		0,781	0,190
2	Асбестовый матрац	совелит	280	720	0,553	0,116
		стекло-волокно	200		0,070	0,210
		вермикулит	220		0,179	0,230
3	Асбестовая ткань		550	720	0,579	0,255
4	Минеральная вата в набивку под сетку		230	870	0,027	0,186
5	Минераловатные прошивные маты	на металлической основе	200	870	0,027	0,186
		на стеклоткани	260	570	0,073	0,186

Конструктивно теплоизоляция может быть оберточной, засыпной, из штучных изделий и комбинированной.

Оберточная изоляция изготавливается из волокнистых материалов на основе асбеста или минеральной ваты и наиболее пригодна для изоляции аппаратов и трубопроводов.

При прокладке трубопроводов в каналах, коробах рационально использовать *засыпную* изоляцию, особенно там, где требуется большая толщина изоляционного слоя.

Теплоизоляция *штучными*, формованными в плиты, сегменты, скорлупы изделиями применяется чаще всего для комбинированного теплоизоляционного слоя в качестве внутреннего покрытия. Наружный слой в этом случае изготавливают из оберточной изоляции.

Для плоских и цилиндрических поверхностей диаметром 2 м и более толщина слоя теплоизоляции определяется по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{\lambda_{\text{из}} \cdot (T_c - T_g)}{\alpha \cdot (T_g - T_b)}, \text{ м.} \quad (1)$$

Для цилиндрических поверхностей диаметром $d_n < 2$ м - по формуле:

$$\delta_{\text{из}} = \frac{d_n}{2 \cdot (y - 1)}, \text{ м,} \quad (2)$$

где $\lambda_{\text{из}}$ – теплопроводность материала теплоизоляции, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$;

T_c , T_b , T_g – соответственно, абсолютные температуры технологической среды внутри аппарата, окружающего воздуха и допустимая на внешней поверхности теплоизоляции, К;

α – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности теплоизоляции в окружающее воздушное пространство, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$;

y – безразмерная величина, определяемая из соотношения:

$$y \cdot \ln y^* = \frac{2 \cdot \lambda_{\text{из}} \cdot (T_c - T_g)}{\alpha \cdot d_n \cdot (T_g - T_b)}. \quad (3)$$

* Значения функции $y \cdot \ln y$ приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значение функции $y \cdot \ln y$ в зависимости от y

Значения y	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	1,009	1,018	1,028	1,038	1,048	1,057	1,067	1,076	1,085
0,1	1,095	1,104	1,113	1,122	1,131	1,140	1,149	1,158	1,167	1,171
0,2	1,183	1,192	1,201	1,210	1,219	1,228	1,236	1,244	1,252	1,258
0,3	1,267	1,276	1,284	1,292	1,300	1,308	1,316	1,324	1,332	1,338
0,4	1,347	1,354	1,362	1,370	1,377	1,385	1,392	1,399	1,406	1,485
0,5	1,421	1,428	1,436	1,444	1,451	1,459	1,466	1,473	1,480	
0,6	1,496	1,503	1,510	1,517	1,524	1,531	1,538	1,545	1,551	1,557
0,7	1,565	1,572	1,578	1,585	1,592	1,599	1,605	1,612	1,619	1,625
0,8	1,632	1,639	1,645	1,652	1,659	1,666	1,673	1,680	1,687	1,691
0,9	1,699	1,707	1,713	1,720	1,726	1,733	1,739	1,746	1,752	1,757
1,0	1,765	1,772	1,778	1,784	1,790	1,796	1,802	1,809	1,815	1,821
1,1	1,828	1,834	1,840	1,846	1,852	1,858	1,864	1,871	1,877	-
1,2	1,888	1,895	1,901	1,907	1,913	1,919	1,925	1,931	1,937	-
1,3	1,948	1,954	1,960	1,966	1,972	1,978	1,984	1,990	1,996	-
1,4	2,007	2,013	2,018	2,024	2,030	2,036	2,041	2,047	2,053	-
1,5	2,065	2,071	2,076	2,082	2,087	2,093	2,098	2,104	2,110	-
1,6	2,123	2,129	2,135	2,140	2,145	2,151	2,156	2,162	2,168	-
1,7	2,180	2,186	2,191	2,197	2,203	2,209	2,215	2,221	2,226	-
1,8	2,237	2,242	2,247	2,253	2,258	2,264	2,269	2,275	2,280	-
1,9	2,292	2,297	2,302	2,308	2,313	2,319	2,324	2,330	2,335	-
2,0	2,336	2,352	2,357	2,362	2,367	2,373	2,378	2,384	2,390	-
2,1	2,400	2,405	2,410	2,416	2,421	2,426	2,431	2,437	2,442	-
2,2	2,452	2,457	2,462	2,468	2,473	2,478	2,483	2,489	2,494	-
2,3	2,504	2,510	2,515	2,520	2,525	2,531	2,536	2,541	2,546	-
2,4	2,557	2,562	2,567	2,572	2,577	2,583	2,593	2,593	2,598	-
2,5	2,607	2,613	2,618	2,623	2,628	2,633	2,638	2,644	2,649	-

Значение коэффициента теплоотдачи от внешней поверхности изоляции к окружающей среде рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{4,9 \cdot 10^{-8} \cdot (T_g^4 \cdot T_b^4)}{(T_g \cdot T_b) + 1,44 \cdot \sqrt[3]{T_g \cdot T_b}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad (4)$$

Теплопроводность материала теплоизоляции определяется при средней температуре $T_{\text{cp}} = \frac{(T_c - T_g)}{2}$ по формуле:

$$\lambda_{\text{из}} = a \cdot b \cdot T_{\text{ср}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}, \quad (5)$$

где a и b – коэффициенты, значение которых берется по табл. 1.

Толщину теплоизоляционного слоя можно существенно уменьшить, если сверху на него нанести покрытие из листового металла с хорошей отражающей способностью (алюминий, оцинкованное железо и т.п.).

Расчет таких комбинированных покрытий проводится так:

- определяется допустимая температура T'_g на поверхности изоляции перед теплоотражающим покрытием по формуле:

$$T'_g = 100 \cdot \sqrt[4]{\frac{(e_{1,2} + 1) \cdot \left(\frac{T_g}{100}\right)^4 - 81,0}{e_{1,2}}}, \text{ К} \quad (6)$$

где $\varepsilon_{1,2}$ – приведенная степень черноты системы, «теплоизоляционный слой – теплоотражающий слой».

$$\varepsilon_{1,2} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1\right)}, \quad (7)$$

где ε_1 и ε_2 – соответственно степень черноты теплоизоляционного и теплоотражающего слоев изоляции: $\varepsilon_1 = 0,75 \div 0,90$, $\varepsilon_2 = 0,15$ для алюминиевого теплоотражающего покрытия и $\varepsilon_2 = 0,28$ для теплоотражающего покрытия, выполненного из оцинкованного железа;

- найденное таким образом значение T'_g подставляется в формулы (4) и (5) для расчета коэффициентов теплоотдачи α и теплопроводности $\lambda_{\text{из}}$, а также в формулы (1) и (3) для определения толщины теплоизоляционного слоя $\delta_{\text{из}}$ вместо T_g .

Варианты исходных данных выбираются по табл. 3.

Таблица 3

Исходные данные для расчета тепловой изоляции оборудования

№ варианта	Изолируемая поверхность	Рабочая температура внутри оборудования, °С
2	Корпус подогревателя кожухотрубчатого для щелока, $d = 2500$ см	180