



Задания, ответы и критерии оценивания

Технология материалов представляет собой совокупность современных знаний о способах создания, производства материалов и средствах их переработки в целях изготовления изделий различного назначения.

В экспериментальных производственных лабораториях, при изготовлении строительных материалов тестируют прочность, надёжность, износостойкость, теплопроводность и другие характеристики объектов с учётом всех специфических особенностей для безопасного и качественного использования при строительстве.

Задача 1 (20 баллов)

Для получения железа, вошедшего в состав чугунного образца, из оксида железа было израсходовано 367 МДж теплоты. Энтальпия реакции равна 411 кДж. Какова масса чугунного образца, который содержит 94 % железа? Какой длины можно изготовить рельс из чугуна, если на 1 м рельса расходуется 50 кг чугуна.

Решение:

1) Запишем уравнение реакции получения железа



Из уравнения следует, что из 1 моль оксида Fe_2O_3 образуется 2 моль Fe. Нужно составить пропорцию и определить количество и массу железа, содержащегося в образце:

На получение 2 моль Fe расходуется 411 кДж

$$x \text{ (моль } \text{Fe}_2\text{O}_3) - 367 \text{ МДж (367000 кДж), } x = 2 \text{ моль} \cdot 367000 \text{ кДж} / 411 \text{ кДж} = 1785,89 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = n \cdot M = 1785,89 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 100009,8 \text{ г} = 100 \text{ кг}$$

2) С учётом содержания железа в чугуне определим массу чугунного образца:

$$m_{\text{чугуна}} = 100 \text{ кг} \cdot 100\% / 94\% = 106,38 \text{ кг}$$

3) найдём длину рельса $106,38 / 50 = 2,1 \text{ м}$

Ответ: масса чугунного образца 106,38 кг, длина рельса 2,1 м

Задача 2 (20 баллов)

Плиту из железобетона $5 \times 5 \times 0,4 \text{ м}$ опустили на четыре кирпичных столба сечением $50 \times 50 \text{ см}$ и высотой 7 м каждый, расположенные по краям плиты. В центр железобетонной плиты поставили бункер объёмом $2,5 \text{ м}^3$, заполненный на $2/3$ объёма бетонной смесью. Масса пустого бункера – 100 кг. Рассчитайте нагрузку на каждый кирпичный столб на уровне фундамента. При расчёте принять среднюю плотность железобетона $2,5 \text{ т/м}^3$, кирпичной кладки – 1700 кг/м^3 , бетонной смеси – 2400 кг/м^3 .

Решение: рассчитываем массу конструкций и величину нагрузок.

$$\text{Масса железобетонной плиты: } m_{\text{ж/б}} = \rho_{\text{ж/б}} \cdot V = 2,5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 0,4 = 25 \text{ тонн}$$

$$\text{Объём бетонной смеси: } V_{\text{б.см}} = V \cdot 2 / 3 = 2,5 \cdot 2 / 3 = 1,67 \text{ м}^3$$

Масса бетонной смеси: $m_{б.см} = \rho \cdot V = 2,4 \cdot 1,67 = 4,00$ тонн

Масса плиты с грузом: $m = m_{ж/б} + m_{б.см} + m_б = 25 + 4,00 + 0,1 = 29,1$ тонн

Нагрузка на каждый кирпичный столб: $F = 29,1 / 4 = 7,27$ тонн

Масса кирпичного столба: $m_{ст} = 1,7 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 7 = 2,97$ тонн

Нагрузка на фундамент каждого столба: $F = 7,27 + 2,97 = 10,25$ тонн.

Ответ: нагрузку на каждый кирпичный столб на уровне фундамента **10,25 тонн**.

Задача 3 (20 баллов)

За 24 часа наружная стена из газобетона площадью $9,1 \text{ м}^2$ теряет 5650 ккал тепла. Толщина стены 0,34 м. Температура на наружной поверхности стены $-18 \text{ }^\circ\text{C}$, на внутренней $+21 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите коэффициент теплопроводности наружной стены.

Решение: коэффициенте теплопроводности стены можно рассчитать по формуле:

$$Q = \frac{(t_1 - t_2) A \tau}{\delta} \cdot \lambda, \text{ отсюда}$$

$$\lambda = (5650 \cdot 0,34) / (21 - (-18)) \cdot 9,1 \cdot 24 = 1921 / 8517,6 = 0,226 \text{ ккал} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}) = 0,26 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{град})$$

$$1 \text{ ккал} / (\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}) = 1,163 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{град})$$

Ответ: коэффициент теплопроводности наружной стены **0,226 Вт/м*град**

Задача 4 (20 баллов)

Теплоёмкость - физическая величина, относящаяся к тепловым характеристикам материалов. Медный провод длиной 10 метров нагревают электронагревательным элементом с одного края. Температура края составила $800 \text{ }^\circ\text{C}$, на расстоянии 1 метра температура конструкции $600 \text{ }^\circ\text{C}$, 2 метров - $400 \text{ }^\circ\text{C}$, 3 метров - $300 \text{ }^\circ\text{C}$, 5 метров - $200 \text{ }^\circ\text{C}$, и на другом конце конструкции температура равна $150 \text{ }^\circ\text{C}$. Спустя 60 секунд температура выровнялась и составила $200 \text{ }^\circ\text{C}$ по всей поверхности конструкции. Рассчитайте потерю тепла за указанное время? Удельная теплоёмкость меди $385 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{K})$, масса арматуры 7 кг.

Решение:

1) если потерь тепла нет, то устанавливается температура $t_{общ} = 1/10(t_1 + t_2 + t_3 + t_{10})$ где t_i - средние температуры кусочков провода $t_{общ} = 1/10(700 + 500 + 350 + 250 + 190 + 180 + 150 + 150) = 247$

2) потери тепла $Q = cm(t_{общ} - t_{200}) = 385 \cdot 7 \cdot (247 - 200) = 126,7 \text{ кДж}$

Значение получено приближённо и может отличаться.

Задача 5 (20 баллов)

Среди тепловых характеристик материалов можно выделить температуропроводность, которая характеризует скорость изменения температуры вещества. Коэффициент температуропроводности пропорционален отношению коэффициентов теплопроводности к теплоёмкости. Существует метод сравнения температуропроводности материалов: на включенный нагревательный элемент помещают два различных материала одной цилиндрической формы, на поверхность материалов помещают парафин. Отслеживают, на каком материале начёт первым плавиться парафин. Можно ли использовать этот метод для

сравнения теплопроводности веществ? Почему? Предложите свой метод оценки теплопроводности? Опишите форму образца и суть замеров. Изобразите схему процесса.

Решение:

Данный метод считать правильным нельзя. Время, за которое верхняя часть цилиндрического образца нагреется до температуры плавления парафина тем меньше, чем больше теплопроводность. Но это время зависит и от теплоемкости материала, чем больше теплоемкость, тем больше время потребуется для нагрева материала до соответствующей температуры. Значит, материал с большей теплоемкостью будет разогреваться медленнее, чем материал с небольшой теплоемкостью и меньшей теплопроводностью.

Для успешного решения задач воспользуйтесь справочным материалом – таблицей Д.И. Менделеева

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА										VII (H)		VIII																																																							
										атомный номер		обозначение элемента		4,00		2																																																			
										12,01		6		12,01		6																																																			
										относительная атомная масса		УГЛЕРОД		УГЛЕРОД		УГЛЕРОД																																																			
										s-элементы		d-элементы		p-элементы		f-элементы																																																			
1	1	H	1	1,01						9	F	19,00	8	O	16,00	7	N	14,01	6	C	12,01	5	B	10,81	4	Be	9,01	3	Li	6,94	2	He	4,00																																		
2	2	Li	3	6,94	4	Be	9,01	5	B	10,81	6	C	12,01	7	N	14,01	8	O	16,00	9	F	19,00	10	Ne	20,18	11	Na	22,99	12	Mg	24,31	13	Al	26,98	14	Si	28,09	15	P	30,97	16	S	32,06	17	Cl	35,45	18	Ar	39,95																		
3	3	Na	11	22,99	12	Mg	24,31	13	Al	26,98	14	Si	28,09	15	P	30,97	16	S	32,06	17	Cl	35,45	18	Ar	39,95	19	K	39,10	20	Ca	40,08	21	Sc	44,96	22	Ti	47,90	23	V	50,94	24	Cr	52,00	25	Mn	54,94	26	Fe	55,85	27	Co	58,93	28	Ni	58,70												
4	4	K	19	39,10	20	Ca	40,08	21	Sc	44,96	22	Ti	47,90	23	V	50,94	24	Cr	52,00	25	Mn	54,94	26	Fe	55,85	27	Co	58,93	28	Ni	58,70	29	Cu	63,55	30	Zn	65,38	31	Ga	69,72	32	Ge	72,59	33	As	74,92	34	Se	78,96	35	Br	79,90	36	Kr	83,80												
5	5	Rb	37	85,47	38	Sr	87,62	39	Y	88,91	40	Zr	91,22	41	Nb	92,91	42	Mo	95,94	43	Tc	98,91	44	Ru	101,07	45	Rh	102,91	46	Pd	106,42	47	Ag	107,87	48	Cd	112,41	49	In	114,82	50	Sn	118,69	51	Sb	121,75	52	Te	127,60	53	I	126,90	54	Xe	131,30												
6	6	Rb	37	85,47	38	Sr	87,62	39	Y	88,91	40	Zr	91,22	41	Nb	92,91	42	Mo	95,94	43	Tc	98,91	44	Ru	101,07	45	Rh	102,91	46	Pd	106,42	47	Ag	107,87	48	Cd	112,41	49	In	114,82	50	Sn	118,69	51	Sb	121,75	52	Te	127,60	53	I	126,90	54	Xe	131,30												
7	7	Fr	87	[223]	88	Ra	226,03	89	Ac	[227]	90	Rf	[261]	91	Db	[261]	92	Sg	[263]	93	Bh	[262]	94	Hs	[265]	95	Mt	[266]	96	Ds	[271]	97	U	238,03	98	Np	237,05	99	Pu	[244]	100	Am	[243]	101	Cm	[247]	102	Bk	[247]	103	Cf	[251]	104	Es	[254]	105	Fm	[257]	106	Md	[258]	107	(No)	[259]	108	(Lr)	[260]

* ЛАНТАНОИДЫ													
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140,12	140,91	144,24	[145]	150,40	151,96	157,25	158,93	162,50	164,93	167,26	168,93	173,04	174,97
ЦЕРИЙ	ПРАЗЕОДИМ	НЕОДИМ	ПРОМЕТИЙ	САМАРИЙ	ЕВРОПИЙ	ГАДОЛИНИЙ	ТЕРБИЙ	ДИСПРОЗИЙ	ГОЛЬМИЙ	ЭРБИЙ	ТУЛИЙ	ИТТЕРБИЙ	ЛЮТЕЦИЙ

** АКТИНОИДЫ													
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	(No)	(Lr)
232,04	231,04	238,03	237,05	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[254]	[257]	[258]	[259]	[260]
ТОРИЙ	ПРОТООКТИНИЙ	УРАН	НЕПТУНИЙ	ПЛУТОНИЙ	АМЕРИЦИЙ	КЮРИЙ	БЕРКЛИЙ	КАЛИФОРНИЙ	ЭЙНШТЕЙНИЙ	ФЕРМИЙ	МЕНДЕЛЕВИЙ	НОБЕЛИЙ	ЛОУРЕНСИЙ