

Титульный лист

Направление ☐ Естественные науки ☒ Инженерные науки
☐ Математика и информатика ☐ Социальные и
☐ Экономика и управление гуманитарные науки

Вариативный блок ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Курс ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ отсутствует

Фамилия С Т А Р О Д У Б Ц Е В

Имя И Г О Р Ь

Отчество Н И К О Л А Е В И Ч

Дата рождения 0 4 0 4 2 0 0 3

Город участия Е К А Т Е Р И Н Б У Р Г

Аудитория Д 3

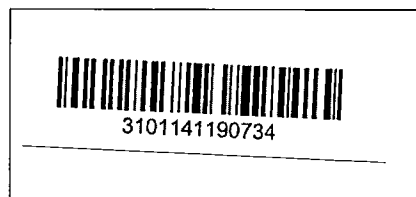
Телефон + 7 9 0 8 5 8 8 1 8 1 1

Дата 0 3 0 2 2 0 2 5

Подпись

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



Проверочный лист

Заполняется участниками

Направление ☐ Естественные науки ☒ Инженерные науки
☐ Математика и информатика ☐ Социальные и
☐ Экономика и управление гуманитарные науки

Вариативный блок ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5

Курс ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ отсутствует

Город участия ЕКАТЕРИНБУРГ

Заполняется организаторами

Количество доп. листов Количество черновиков к проверке
Время выхода с до

Протокол проверки

Заполняется жюри

Номер задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Балл члена жюри №1	50	12								
Балл члена жюри №2	50	12								

Итоговый балл 62

Подпись
члена жюри №1

Подпись
члена жюри №2

Пример
заполнения

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф
Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Инвариантная задача

Пусть N_0 - начальное кол-во атомов калия-40, N_k - количество атомов калия-40 в какой-то момент времени, N_A - кол-во атомов аргона-40 в какой-то момент времени. Тогда

$$N_k(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Найдем λ . Период полураспада калия-40 равен 1250 млн лет, за это время распадется половина атомов, т.е. $N_{k_{\frac{1}{2}}} = N_0 e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2} N_0$, откуда

$$e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2} \quad \text{Найдем } \lambda \text{ для } t, \text{ при } t_{\frac{1}{2}} = 1250 \cdot 10^6 \text{ лет}$$

$$\ln(e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}}) = \ln \frac{1}{2} \rightarrow -\lambda t_{\frac{1}{2}} = \ln \frac{1}{2} \rightarrow \lambda = \frac{-\ln \frac{1}{2}}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{-\ln \frac{1}{2}}{1250 \cdot 10^6} \approx 5,545 \cdot 10^{-10} \left[\frac{1}{\text{лет}} \right]$$

Найдем возраст образца. Так при распаде 100 атомов калия-40 образуется 10 атомов аргона-40, то кол-во атомов аргона-40 через какое-то время t после начала распада $N_A(t) = \frac{N_0 - N_0 e^{-\lambda t}}{10}$ (в миллион - кол-во распавшихся атомов калия-40)

В полученном образце кол-во атомов аргона-40 к кол-ву атомов калия-40 относится как $\frac{1}{20}$, т.е. $N_k = 20 N_A$. Если t - возраст образца, тогда

$$N_k = N_0 e^{-\lambda t}, \quad N_A = \frac{N_0 - N_0 e^{-\lambda t}}{10}, \quad \text{тогда}$$

$$N_0 e^{-\lambda t} = 20 \frac{N_0 - N_0 e^{-\lambda t}}{10} \rightarrow e^{-\lambda t} = 2(1 - e^{-\lambda t}) \rightarrow e^{-\lambda t} = \frac{2}{3}. \quad \lambda \text{ найдена выше}$$

$$-\lambda t = \ln \frac{2}{3}, \quad t = \frac{\ln \frac{2}{3}}{-\lambda} = \frac{\ln \frac{2}{3}}{-5,545 \cdot 10^{-10}} \approx 240814053 \text{ года} \approx 240 \text{ млн лет}$$

Все верно

506

Ответ: возраст образца составляет

около 240 миллионов лет

Вариативная часть Блок 1 Машиностроение

1) Скорость резания пилы.

Скорость вращения ведомого вала $n_2 = \frac{r_1}{r_2} n_1 = \frac{D_1}{D_2} n_1 = \frac{100}{160} 2850 = 178125 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$
 Или скорость в рад/с $\omega_2 = \frac{2\pi}{60} n_2 = \frac{\pi}{30} 178125 \approx 186,48 \text{ рад/с}$

Скорость резания пилы (как или скорость точки на окружности диска).

$v_{\text{рез}} = \omega_2 r_n = \omega_2 \frac{D_n}{2} = 186,48 \cdot 250 \cdot 10^{-3} \approx 46,61 \text{ м/с}$ ✓

2) Усилие резания пилы

Момент двигателя $M_g = \frac{P_g}{\omega_g}$, где P_g - мощность, $\omega_g = \frac{\pi}{30} n_1$ - частота вращения

$M_g = \frac{P_g}{\frac{\pi}{30} n_1} = \frac{30 \cdot 17 \cdot 10^3}{\pi \cdot 2850} \approx 5,699 \approx 5,7 \text{ Нм}$ ✓

Момент создаваемый двигателем на ведомом валу (с учетом КПД).

$M_2 = M_g \frac{r_2}{r_1} \eta \approx 5,7 \cdot \frac{160}{100} \cdot 0,82 \approx 7,48 \text{ Нм}$ ✓

Тогда усилие резания $F_{\text{рез}} = \frac{M_2}{r_n} = \frac{7,48}{0,25} \approx 29,9 \text{ Н}$ ✓

3) Усилие на тяговом ремне

$F_{\text{рем}} = \frac{M_g}{r_1} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5,7}{0,05} \cdot \frac{1}{2} \approx 57 \text{ Н}$ (т.к. сила натяжения распределяется по ремню и направлена в противоположные стороны на верх и нижние шкивы)

4) % упрочнения от литья алюминиевого

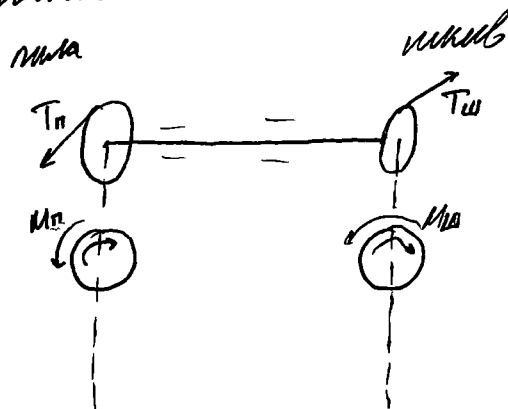
Найдем напряжение ремня $\sigma_p = \frac{F_{\text{рем}}}{b \cdot h}$, где b - ширина, h - толщина ремня

$\sigma_p = \frac{57}{0,03 \cdot 25 \cdot 10^{-3}} \approx 760000 \text{ Па} \approx 0,76 \text{ МПа}$

12

5) Диаметр вала из условия прочности по экв моменту

Так как точки опоры шлицы - но не влияют на скручивающий момент, то ведомый вал можно представить в виде расчетной схемы, приведенной на рисунке



К валу приложены силы со стороны шлицы и шлицы (двигателя), что создает скручивающий момент. Момент на валу был рассчитан ранее (6п2) и составляет $M_x = 9,48 \text{ Нм}$

Напряжение на валу $\sigma = \frac{M}{\pi d^3} = \frac{M_x}{\pi d_b^3}$, где M_x - момент на валу
 d_b - диаметр вала

Так $\sigma \leq [\sigma] = 40 \text{ МПа}$, то $d_b \geq \sqrt[3]{\frac{M_x}{\pi [\sigma]}} \approx 0,0244 \text{ м} \approx 25 \text{ мм}$

