

**Второй (очный) этап научно-образовательного соревнования
Олимпиады школьников «Шаг в будущее» по профилю «Инженерное дело»
специализации «Профессор Жуковский», весна 2019 г.
10 класс**

Ситуационная задача

Вариант – 2

В ряде случаев в технике используется дисперсно-упрочненный композиционный материал, представляющий собой комбинацию из мелких частиц (порошков, насыпного материала) и связующего. При заполнении пространства насыпным материалом частицы занимают не весь объем, так как между частицами остается свободное пространство. Предполагается, что частицы расположены в узлах кубической сетки и прилегают друг к другу. Остальную часть пространства заполняют связующим. Плотность материала наполнителя 2000 кг/м³, плотность связующего 1200 кг/м³. Определите среднюю плотность материала.

Решение:

1. Принимаемый свободный объем равен 1 м³. Если предположить, что сферические частицы наполнителя расположены в узлах кубической сетки и прилегают друг к другу, то их количество будет равно $n=1,8,27,64\dots$. При любом n , занимаемый объем наполнителя будет постоянен:

$$V_H = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R_q^3 \cdot n = 0,524 \text{ м}^3;$$

где R_q – радиус частиц наполнителя (при $n=1$, $R_q = 0,5 \text{ м}$).

2. Коэффициент объемного заполнения K_V является отношением объема наполнителя к свободному объему:

$$K_V = \frac{V_H}{V} = \frac{0,524}{1} = 0,524.$$

3. Определение соотношения масс наполнителя и связующего (M_H и M_C), при полной заливке последним:

$$\frac{M_H}{M_C} = \frac{\rho_H \cdot V_H}{\rho_C \cdot (V - V_H)} = \frac{\rho_H \cdot V_H}{\rho_C \cdot V_H \cdot \left(\frac{V}{V_H} - 1\right)} = \frac{\rho_H}{\rho_C \cdot \left(\frac{1}{K_V} - 1\right)} = \frac{2000}{1300 \cdot \left(\frac{1}{0,524} - 1\right)} = 1,694;$$

где ρ_H и ρ_C плотности наполнителя и связующего соответственно.

4. Определить среднюю плотность материала можно из отношения массы смеси к свободному объему:

$$\begin{aligned} \rho_{CP} &= \frac{M_H + M_C}{V} = \frac{M_C \cdot \left(\frac{M_H}{M_C} + 1\right)}{V} = \frac{\rho_C \cdot (V - V_H) \cdot \left(\frac{M_H}{M_C} + 1\right)}{V} = \frac{\rho_C \cdot V \cdot \left(1 - \frac{V_H}{V}\right) \cdot \left(\frac{M_H}{M_C} + 1\right)}{V} \\ &= \rho_C \cdot (1 - K_V) \cdot \left(\frac{M_H}{M_C} + 1\right) = 1300 \cdot (1 - 0,524) \cdot (1,694 + 1) = 1667 \text{ кг/м}^3. \end{aligned}$$