

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

Ситуационная задача

Вариант – 2

Две трубы внешним диаметром 50 мм с толщиной стенки 3 мм свариваются трением стык в стык. Для этого они раскручиваются до взаимной частоты 4000 об/мин и прижимаются друг к другу с усилием 100 Н. 50% выделяющейся тепловой мощности рассеивается, остальное идет на нагрев металла. Коэффициент трения равен 0,3.

Определите полезную мощность для обеспечения расплавления общего слоя материала толщиной 1 мм.

Теплоемкость стали 500 Дж/(кгК), теплота плавления 84000 Дж/кг, температура плавления 1400С, начальная температура 20С.

Решение:

1. Определяем силу трения между трубами:

$$F_{тр} = \mu \cdot F$$

$$F_{тр} = 0.3 \cdot 100 = 30 \text{ Н}$$

2. Определяем угловую частоту вращения труб:

$$\omega = 2\pi \cdot \nu$$

$$\nu = \frac{n}{60} = \frac{4000}{60} = 67 \text{ Гц}$$

$$\omega = 2\pi \cdot 67 = 420 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Где: ω - угловая скорость относительного вращения труб

ν – частота вращения труб (Гц)

n – частота вращения труб (об/мин)

3. Определяем средний диаметр трубы:

$$D_{ср} = D - h = 50 - 3 = 47 \text{ мм} = 0.047 \text{ м}$$

Где D – внешний диаметр, h толщина трубы

4. Определяем полную мощность:

Силы трения совершают работу, равную:

$$A = F_{тр} \cdot S$$

Где S – перемещение

Мощность определяется как:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F_{mp} \cdot S}{t} = F_{mp} \cdot V$$

Где V – скорость точки, в которой действует сила трения. Условно, эта точка расположена на среднем диаметре трубы, поэтому её скорость может быть определена как:

$$V = \omega \cdot \frac{D_{cp}}{2}$$

Тогда выражение для полной мощности запишется в виде:

$$N = \frac{F_{mp} \cdot \omega \cdot D_{cp}}{2}$$

Поскольку часть мощности рассеивается в кол-ве 50%, то полезная мощность равна:

$$N_{II} = \frac{F_{mp} \cdot \omega \cdot D_{cp}}{4} = 148 \text{ Вт}$$