

Задача

Пропускная способность газопровода ограничена давлением, которое могут выдержать трубы. Для повышения пропускной способности используется охлаждение газа.

До какого значения нужно понизить температуру газа, чтобы увеличить пропускную способность в 1,5 раза по сравнению с его пропускной способностью при температуре 500 К ?

Ну вообще-то задача из области газодинамики, но попробуем решить её оценочно с точки зрения школьника. (Как я решал бы в 10-м классе)

Пропускную способность трубопровода будем определять массой, которую можно «затолкать» в объем трубопровода, не превышая заданного давления P_{max} . Считаем объем и давление постоянными. Тогда, сводя все данные и предположения получаем нечто эдакое:

Дано:

$$m_2 = 1,5m_1$$

$$T_1 = 500\text{K}$$

$$P_1 = P_2 = P_{max}$$

$$V_1 = V_2 = V = const$$

Найти T_2

Решение.

Воспользуемся уравнением состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона (**NB** вообще-то при тех давлениях оно уже не очень хорошо работает, но я в 10м классе о других не знаю :))

$$PV = \frac{m}{M}RT \quad (1)$$

Переносим в левую часть все параметры, которые у нас меняются (у нас масса меняется, заметьте)

$$\frac{PV}{mT} = \frac{R}{M} = \text{const} \quad (2)$$

Запишем уравнение (2) для 2х состояний газа, учитывая наши условия.

$$\frac{P_{\max} V}{m_1 T_1} = \frac{R}{M} = \text{const} \quad (3)$$

$$\frac{P_{\max} V}{m_2 T_2} = \frac{R}{M} = \text{const} \quad (4)$$

Правые части (3), (4) равны, значит можно приравнять левые.

$$\frac{P_{\max} V}{m_1 T_1} = \frac{P_{\max} V}{m_2 T_2} \quad (5)$$

Сокращаем на $P_{\max} V$, вместо m_2 подставляем $1,5m_2$:

$$\frac{1}{m_1 T_1} = \frac{1}{1,5 m_1 T_2} \quad (6)$$

Выражаем T_2 подставляем числа:

$$T_2 = \frac{m_1 T_1}{1,5 m_1} = \frac{T_1}{1,5} = \frac{500}{1,5} \approx 333,3 \text{ K}$$

ОТВЕТ: Температуру нужно понизить до 333,3 K.