

**8.4.** Реактором идеального смешения называется закрытый сосуд с несколькими входными и одним выходным потоком, в котором происходит быстрое перемешивание вещества с достижением одинаковых значений давления и температуры в каждой точке объема сосуда. В такой реактор поступает 2 входных потока воды, с массовым расходом  $\mu_1$  и  $\mu_2$ , и температурой  $T_1$  и  $T_2$  соответственно. Какая равновесная температура  $T_x$  установится внутри реактора, если дополнительно внутри сосуда выделяется тепло мощностью  $P$ ? Удельная теплоемкость воды  $c$ . Количество воды в реакторе остается постоянным. *Примечание:* массовым расходом называется масса вещества, поступающего в поток в реактор в единицу времени.

*Решение.*

Поскольку вода не сжимается и её количество внутри реактора остается постоянным, то массовый расход вытекающей из реактора воды равен сумме массовых расходов втекающих потоков (аналог закона сохранения массы):

$$\mu_{\text{вых}} = \mu_1 + \mu_2. \quad (1)$$

В равновесии температура вытекающего потока равна температуре воды внутри реактора:

$$T_{\text{вых}} = T_x. \quad (2)$$

Тепловая энергия, которая поступает в реактор за малый промежуток времени  $\Delta \tau$ :

$$Q_{\text{вх}} = (c\mu_1 T_1 + c\mu_2 T_2) \cdot \Delta \tau. \quad (3)$$

Тепловая энергия, которая выделяется внутри реактора:

$$Q_{\text{выд}} = P \cdot \Delta \tau. \quad (4)$$

Тепловая энергия, которая уходит из реактора:

$$Q_{\text{вых}} = c\mu_{\text{вых}} T_{\text{вых}} \cdot \Delta \tau = c(\mu_1 + \mu_2) T_x \cdot \Delta \tau. \quad (5)$$

В равновесии сохраняется тепловой баланс:

$$Q_{\text{вх}} + Q_{\text{выд}} = Q_{\text{вых}}; \quad (6)$$

$$(c\mu_1 T_1 + c\mu_2 T_2) \cdot \Delta \tau + P \cdot \Delta \tau = c(\mu_1 + \mu_2) T_x \cdot \Delta \tau;$$

Отсюда получаем:

$$T_x = \frac{\mu_1 T_1 + \mu_2 T_2 + \frac{P}{c}}{\mu_1 + \mu_2}. \quad (7)$$

*Разбалловка*

№	Критерий	Баллы
1	Отмечено, что массовый расход вытекающей из реактора воды равен сумме массовых расходов втекающих потоков	2
2	Отмечено, что в равновесии температура вытекающего потока равна температуре воды в реакторе.	2
3	Записаны уравнения (3)-(5) для тепловой энергии входного потока, выделяющейся в реакторе и выходного потока (возможно, в одном уравнении)	3
4	Записано уравнение (6) для теплового баланса	2

5	Получен ответ (7)	1
	Сумма	10