

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Общая химическая технология

Практическое занятие 7.

Тепловой (энергетический) баланс

Преподаватель:

Доктор PhD, ассистент-
профессор Наурызова С.З.

saule_nauryzova@mail.ru

Тепловой (энергетический) баланс технологического процесса или части его составляют на основе закона сохранения энергии, в соответствии с которым в замкнутой системе сумма всех видов энергии постоянна, т.е. приход теплоты должен быть равен расходу его в данном процессе, аппарате, операции.

Уравнение теплового баланса:

$$\Sigma Q_{\text{прих}} = \Sigma Q_{\text{расх}},$$

где $Q_{\text{прих}}$ — сумма теплот Q_1, Q_2, Q_3 ; Q_1 — теплота, приносимая входящими в аппарат веществами; Q_2 — теплота экзотермических реакций, протекающих в данном аппарате; Q_3 — теплота, вносимая извне, за счет подогрева; $\Sigma Q_{\text{расх}}$ — сумма теплот Q_4, Q_5, Q_6 ; Q_4 — теплота, уносимая выходящими из аппарата продуктами; Q_5 — теплота эндотермических реакций, протекающих в аппарате; Q_6 — потери теплоты в окружающую среду и отвод ее через холодильники, помещенные внутри аппарата. Уравнение теплового (энергетического) баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 + Q_6$$

$$Q_1 \text{ или } Q_4 = m \cdot c \cdot t,$$

где m — масса вещества (кг, моль) (берут из данных материального баланса); c — средняя теплоемкость этого вещества (берут из справочника); t — температура, отсчитанная от какой-либо точки (обычно 273 К).

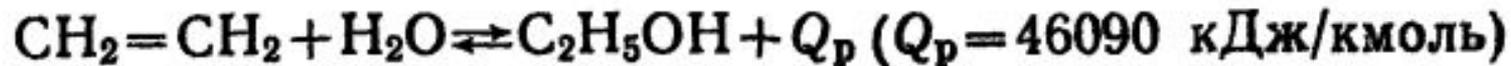
Тепловые эффекты химических реакций Q_2 и Q_5 могут быть рассчитаны на основе изобарных теплот образования из элементов различных веществ $q^{\circ}_{\text{обр}}$, или теплот сгорания, или энтальпии образования веществ

Изменение энтальпии (ΔH) реакции находим как разность энтальпии продуктов реакции и исходных веществ:

$$\Delta H_p = \Sigma \Delta H_{\text{прод}} - \Sigma \Delta H_{\text{исх.}}$$

Пример 1.

Составить тепловой баланс реактора синтеза этилового спирта, где протекает реакция



**если исходный газ имеет состав: 40% H₂O и 60% C₂H₄,
скорость его подачи в реактор-гидрататор 2000 м³/ч,
температура на входе 563К, а на выходе из реактора 614К,
конверсия за проход этилена 5%.**

Теплоемкость продуктов на входе и выходе одинакова и равна 27,1 кДж/кмоль.

Побочные процессы и продукты не учитывать.

Потери теплоты в окружающую среду принимаем 3% от прихода теплоты.

Пример 1.

Решение :

Находим состав исходного газа:

$$V_{\text{C}_2\text{H}_4} = 2000 \cdot 0,6 = 1200 \text{ (м}^3\text{)}; \quad V_{\text{H}_2\text{O}} = 2000 \cdot 0,4 = 800 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Определяем состав газа на выходе из реактора:

$$V_{\text{C}_2\text{H}_4} = 1200 - 1200 \cdot 0,05 = 1140 \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 800 - 1200 \cdot 0,05 = 740 \text{ (м}^3\text{)};$$

$$V_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 1200 \cdot 0,05 = 60 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Находим суммарный объем газа (на выходе из реактора):

$$V = 1140 + 740 + 60 = 1940 \text{ (м}^3\text{)}.$$

Тепловой баланс:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4.$$

Пример 1.

Рассчитываем приход теплоты. Физическая теплота газа:

$$Q_1 = \frac{2000}{22,4} \cdot 27,1 \cdot 290 = 701\,396,5 \text{ (кДж)}.$$

Теплота реакции:

$$Q_2 = \frac{2000}{22,4} \cdot 0,6 \cdot 46\,090 \cdot 0,05 = 123\,460 \text{ (кДж)}.$$

Всего: $\Sigma Q_{\text{прих}} = 825\,156,5 \text{ (кДж)}$.

Пример 1.

Определяем расход теплоты.

Теплота, уносимая отходящими газами:

$$Q_3 = \frac{1940}{22,4} \cdot 27,1 \cdot 341 = 800345,4 \text{ (кДж)},$$

$$Q_4 = 825156,5 \cdot 0,03 = 24754,7 \text{ (кДж)}.$$

Всего: $\Sigma Q_{\text{расх}} = 825100,1 \text{ (кДж)}$.