

TOMSK  
POLYTECHNIC  
UNIVERSITY



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Системный анализ процессов химической технологии

## Лабораторная работа №7

### Расчет химико-технологической системы переменной структуры

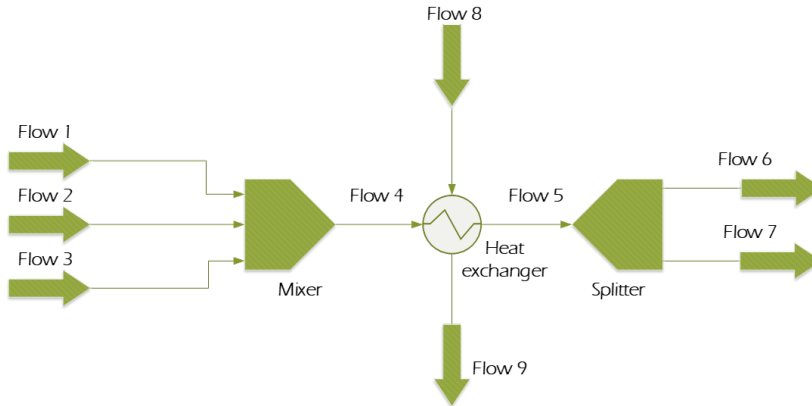
---

Вячеслав Алексеевич Чузлов,  
к.т.н., доцент ОХИ ИШПР

7 марта 2023 г.

# Задача

Рассчитать химико-технологическую систему (определить составы и свойства всех потоков):



Для решения поставленной задачи будет реализована объектная модель: каждый элемент химико-технологической системы будет описан как отдельный класс.

# Описание класса Flow

Атрибуты класса	Описание
mass_flow_rate: float	Массовый расход, кг / ч
mole_flow_rate: float	Мольный расход, кмоль / ч
volume_flow_rate: float	Объемный расход, м <sup>3</sup> / ч
mass_fractions: np.ndarray	Массовые доли
mole_fractions: np.ndarray	Мольные доли
volume_fractions: np.ndarray	Объемные доли
temperature: float	Температура потока, К
density: float	Плотность потока, г / см <sup>3</sup>
average_mol_mass: float	Средняя молекулярная масса потока, г / моль
cp: float	Массовая теплоемкость потока, кДж / кг
<pre>def __init__(     self,     mass_flow_rate: float,     mass_fractions: np.ndarray,     temperature: float ) -&gt; None</pre>	Создает новый экземпляр класса Flow, заполняя все поля

# Функции для пересчета составов

1. Пересчет массовых долей в объемные:

$$\varphi_i = \frac{\frac{\omega_i}{\rho_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{\rho_i}}$$

где  $\varphi_i$  – объемная доля  $i$ -го компонента;  $\omega_i$  – массовая доля  $i$ -го компонента;  $\rho_i$  – плотность  $i$ -го компонента;  $n$  – число компонентов в системе;  $i$  – индекс компонента в системе.

2. Пересчет массовых долей в мольные:

$$\chi_i = \frac{\frac{\omega_i}{M_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{M_i}}$$

где  $\chi_i$  – мольная доля  $i$ -го компонента;  $\omega_i$  – массовая доля  $i$ -го компонента;  $M_i$  – молярная масса  $i$ -го компонента;  $n$  – число компонентов в системе;  $i$  – индекс компонента в системе.

## Функции для расчета плотности и средней молекулярной массы

### 1. Расчет плотности:

$$\rho = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{\rho_i}}$$

где  $\rho$  – плотность потока;  $\omega_i$  – массовая доля  $i$ -го компонента;  $\rho_i$  – плотность  $i$ -го компонента;  $n$  – число компонентов в системе;  $i$  – индекс компонента в системе.

### 2. Расчет средней молекулярной массы потока:

$$m = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{M_i}}$$

где  $m$  – средняя молекулярная масса потока;  $\omega_i$  – массовая доля  $i$ -го компонента;  $M_i$  – молярная масса  $i$ -го компонента;  $n$  – число компонентов в системе;  $i$  – индекс компонента в системе.

## Функции для расчета теплоемкости потока

Расчет теплоемкости потока в зависимости от состава потока и температуры среды осуществляется следующим образом:

- определяется теплоемкость компонентов потока при температуре среды:

$$C_{pi} = \sum_{j=1}^5 j \cdot k[i, j] \cdot T^{j-1}$$

где  $C_{pi}$  – теплоемкость  $i$ -го компонента, кДж / кг;  $k[i, j]$  – коэффициенты аппроксимации температурной зависимости энтальпии для  $i$ -го компонента;  $T$  – температура потока, К;

- определяется общая теплоемкость потока:

$$C_p = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot C_{pi}$$

где  $\omega_i$  – массовая доля  $i$ -го компонента;  $C_{pi}$  – теплоемкость  $i$ -го компонента, кДж / кг;  $n$  – число компонентов в системе.

TOMSK  
POLYTECHNIC  
UNIVERSITY



ТОМСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# Контакты

Вячеслав Алексеевич Чузлов,  
к.т.н., доцент ОХИ ИШПР



Учебный корпус №2, ауд. 136



[chuva@tpu.ru](mailto:chuva@tpu.ru)



+7-962-782-66-15

**Благодарю за внимание!**