

Упражнение 1.1

Имеются данные по композиционному составу в урезанном виде:

Таблица 1 – Состав пластовой нефти:

Компонент	Мольная концентрация, %	Молярная масса, г/моль
N_2	0.545	
CO_2	2.821	
C_1	55.465	
C_2	8.58	
C_3	5.736	
iC_4	1.008	
nC_4	2.433	
iC_5	0.896	
nC_5	1.242	
C_6	1.587	
C_7	2.566	
C_8	2.764	
C_9	1.71	
$C_{10} +$	12.647	

Молярная масса смеси = 59.7 г/моль

Необходимо рассчитать:

- молярную массу остатка $C_{10} +$;
- массовые доли компонентов

Алгоритм расчета

Определение молярной массы M_i каждого компонента.

1. Определение молярной массы $C_{10} +$ компонента:

Молярная масса смеси определяется как сумма произведений мольной концентрации каждого компонента на его молярную массу:

$$M_c = \sum_{i=1}^N a_i \times M_i \quad (1)$$

где N - количество компонентов;

a_i - мольная концентрация.

Для нахождения молярной массы компонента $C_{10} +$ уравнение (1) необходимо переписать в форме, удобной для нахождения молярной массы остатка $C_{10} +$.

2. Определение массовой доли $\omega_{C_{10}+}$:

$$\omega_{C_{10}+} = \frac{a_{C_{10}+} \times M_{C_{10}+}}{M_c} \quad (2)$$

Упражнение 1.2

Данные по композиционному анализу имеются в очень урезанном виде, отсутствует плотность остатка, имеется только плотность и состав разгазированной нефти:

Таблица 1 – Состав разгазированной нефти:

Компонент	Мольная концентрация, %	Плотность при стандартных условиях, кг/куб.м	Массовая доля, г/моль
N_2	0.001		
CO_2	0.058		
C_1	0.348		
C_2	0.378		
C_3	0.983		
iC_4	0.417		
nC_4	1.472		
iC_5	1.203		
nC_5	2.077		
C_6	4.866		
C_7	10.416		
C_8	12.013		
C_9	7.745		
$C_{10} +$	58.023		

Молярная масса смеси = 187.01 г/моль.

Плотность разгазированной нефти $\rho_{st} = 0.836$ г/см³.

Необходимо определить плотность остатка $C_{10} +$.

Алгоритм расчета

1. Определить плотность каждого компонента при стандартных условиях.
2. Определение массовой доли ω_i для каждого i -го компонента:

$$\omega_i = \frac{a_i \times M_i}{M_c} \quad (1)$$

где a_i - мольная концентрация.

3. Определение плотности остатка $\rho_{C_{10+}}$ выполняется аналогично пункту 2 упражнения № 1.1 по формуле:

$$\rho_c = \sum_{i=1}^N \omega_i \times \rho_i \quad (2)$$

Упражнение 1.3

Необходимо вычислить молярную массу нефтяного газа и псевдокритические параметры смеси

Компонент	Молярная концентрация, %	Молярная масса, г/моль	T_c , К	P_c , бар	Расчетное P_{ci}	Расчетное T_{ci}
N_2	0.638	28.014	-146.95	33.94		
CO_2	0.817	44.01	31.05	73.76		
C_1	71.431	16.043	-82.55	46		
C_2	12.374	30.07	32.25	48.84		
C_3	10.016	44.097	96.65	42.46		
iC_4	1.076	58.124	134.95	36.48		
nC_4	2.649	58.124	152.05	38		
iC_5	0.382	72.151	187.25	33.84		
nC_5	0.427	72.151	196.45	33.74		
C_6	0.19	86.178	234.25	29.69		

Алгоритм расчета

1. Молярная масса смеси определяется как сумма произведений молярной концентрации каждого компонента на его молярную массу:

$$M_{\text{см}} = \sum_{i=1}^N a_i \times M_i \quad (1)$$

где a_i - молярная доля компонента, д.ед.

2. Псевдокритические температура и давление определяются по формулам:

$$P_c = \sum_{i=1}^N a_i \times P_{ci} \quad (2)$$

$$T_c = \sum_{i=1}^N a_i \times T_{ci} \quad (3)$$

Упражнение 1.4

Необходимо определить плотности метана и бутана в пластовых условиях в приближении идеального газа, сравнить с фактическими данными.

Стандартные условия: 1.013 Бар, температура 20 °С.

Газ	Плотность расчетная, кг/м ³	Плотность фактическая, кг/м ³	Расхождение, %
Метан	---	0.668	---
Н-Бутан	---	2.49	---

Рабочие условия: давление 80 Бар, температура 40 °С.

Газ	Плотность расчетная, кг/м ³	Плотность фактическая, кг/м ³	Расхождение, %
Метан		55.47	
Н-Бутан		572	

Теория

Уравнение состояния идеального газа:

$$p \cdot V_M = R \cdot T \quad (1)$$

или

$$p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T \quad (2)$$

где p - давление;

V - объем газа;

V_M - молярный объем, $V_M = \frac{V}{\nu} = \frac{m}{M}$;

ν - количество газа,

R - универсальная газовая постоянная,

T - температура.

В случае постоянной массы газа уравнение можно записать в виде:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \nu \cdot R = \text{const} \quad (3)$$

Для расчета перевода газа из одного состояния в другое используют равенство:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \quad (4)$$

Алгоритм расчета

1. Получить формулу (4) в удобном для определения плотности виде.
2. Найти значение плотности в пластовых условиях для каждого газа.
3. Определить относительные погрешности расчетных значений плотности от фактических.

Относительная погрешность измерения — отношение абсолютной погрешности измерения к опорному значению измеряемой величины, в качестве которого может выступать, в частности, её истинное или действительное значение

Упражнение 1.5

Необходимо рассчитать объемный фактор газа B_g в приближении уравнения идеального газа при давлении 20 бар и температуре 20 °C.

Значение объемного коэффициента газа можно найти из закона идеального газа:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \nu \cdot R = const \quad (1)$$

и выражения для объемного фактора:

$$B = \frac{V_{\text{усл}}}{V_{\text{ст}}} \quad (2)$$

где $V_{\text{усл}}$ - объем газа в рабочих условиях;

$V_{\text{ст}}$ - объем газа в стандартных условиях.

Упражнение 1.6

Известно, что при давлении $P_1 = 70$ бар объемный коэффициент нефти равен $B_{o_1} = 1.1$.

Найти, чему будет равен объемный коэффициент нефти B_{o_2} при давлении $P_2 = 100$ бар в приближении постоянной сжимаемости нефти $C_o = 5 \cdot 10^{-4} \frac{1}{\text{бар}}$.

Подробную информацию об определении объемного коэффициента нефти можно найти в книге "[Многофазный поток в скважинах](#)" в Приложении В.

Алгоритм расчета

1. Найти необходимую формулу для определения объемного коэффициента нефти, основываясь на предоставленных исходных данных.
2. Определить объемный коэффициент.