

ОРГАНИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ

4 часа

**Расчет нефтегазовых сепараторов на пропускную способность по газу и жидкости
(дисциплины: Сбор и подготовка скважинной продукции,
Техника и технология добычи и подготовки нефти и газа)**

1. Цель работы

- 1.1. Научиться выполнять расчеты с использованием прикладной компьютерной программы;
- 1.2. Научиться обрабатывать и анализировать информацию с применением программных средств;
- 1.3. Приобрести навыки организации расчетов по специальности в электронных таблицах.

2. Обеспечивающие средства

- 2.1. Персональный компьютер;
- 2.2. MS Excel;
- 2.3. Методические указания по выполнению практической работы.

3. Задание

Организовать расчет в электронных таблицах задач по специальности. Используя исходные данные к задачам определить пропускную способность сепараторов.

4. Примеры решения задач

Задача 1

При прохождении нефтегазовой смеси через штуцер в сепараторе образуются капли нефти диаметром $d_n = 30$ мкм. Смесь находится под давлением $P = 2$ МПа при температуре $T = 293$ К. Найти скорость осаждения капель нефти W_n и определить пропускную способность вертикального гравитационного сепаратора по газу V , если его диаметр $D = 0,9$ м, плотность нефти $\rho_n = 800$ кг/м³, плотность газа $\rho_r = 1,21$ кг/м³ (при н.у.), коэффициент сжимаемости газа $z = 0,85$, $\mu_r = 0,000012$ Па·с (вязкость газа в рабочих условиях).

Решение:

1. Определим плотность газа в условиях сепаратора:

$$\rho_z = \rho_o \cdot \left(\frac{P}{P_o} \right) \cdot \left(\frac{T_o}{T} \right) \cdot \left(\frac{1}{z} \right) = 1,21 \cdot \left(\frac{2}{0,1013} \right) \cdot \left(\frac{273}{293} \right) \cdot \left(\frac{1}{0,85} \right) = 26,19 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

2. Рассчитаем скорость осаждения капли нефти заданного диаметра:

$$W_i = \frac{d_i^2 \cdot (\rho_i - \rho_a) \cdot g}{18 \cdot \mu_a} = \frac{(30 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (800 - 26,19) \cdot 9,81}{18 \cdot 0,000012} = 0,0316 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

3. Чтобы рассчитать пропускную способность сепаратора по газу необходимо знать скорость газа W_r – скорость подъема газа в сепараторе. Поскольку должно выполняться условие $W_n = 1,2 \cdot W_r$, чтобы происходило осаждение капель нефти, отсюда

$$W_r = W_n / 1,2 = 0,0316/1,2 = 0,0264 \text{ м/сек}$$

4. Пропускная способность сепаратора по газу:

$$V = 86400 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot W_d \cdot \left(\frac{P}{P_o}\right) \cdot \left(\frac{T_o}{T}\right) \cdot \left(\frac{1}{z}\right) =$$

$$86400 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} \cdot 0,0264 \cdot \left(\frac{2}{0,1013}\right) \cdot \left(\frac{273}{293}\right) \cdot \left(\frac{1}{0,85}\right) = 31338,47 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

Задача 2

Пропускная способность по газу вертикального сепаратора диаметром $D = 0,8$ м равна $V = 5 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{сут}$. Установить, будет ли происходить оседание капель нефти диаметром $d_n = 80$ мкм из потока газа, если давление в сепараторе $P = 4$ МПа, температура $T = 300$ К, плотность нефти $\rho_n = 780 \text{ кг/м}^3$, плотность газа (при н.у.) $\rho_r = 1,20 \text{ кг/м}^3$, вязкость газа в рабочих условиях $\mu_r = 0,000012 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (кг/м^3), $z = 0,7$.

Решение:

Условием осаждения капель нефти является:

$$W_n > W_r$$

1. Определим скорость газа:

$$W_r = 5,4 \cdot 10^{-3} \cdot V \cdot T \cdot \frac{z}{D^2 \cdot P} = 5,4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot 300 \cdot \frac{0,7}{0,8^2 \cdot 4 \cdot 10^6} = 0,022 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Определим скорость оседания частицы (капли нефти) по формуле Стокса:

$$W_n = \frac{d_n^2 \cdot (\rho_n - \rho_z) \cdot g}{18 \cdot \mu_z}$$

$$\text{где } \rho_z = \rho_o \cdot \left(\frac{P}{P_o}\right) \cdot \left(\frac{T_o}{T}\right) \cdot \left(\frac{1}{z}\right) =$$

$$1,2 \cdot \left(\frac{4}{0,1013}\right) \cdot \left(\frac{273}{300}\right) \cdot \left(\frac{1}{0,7}\right) = 0,6158 \cdot 10^2 = 61,60 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$W_n = \frac{(80 \cdot 10^{-6})^2 \cdot (780 - 61,60) \cdot 9,81}{18 \cdot 0,000012} = 0,2088 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Сравним скорость частицы и скорость газа:

$$W_n = 0,2088 \text{ м/с}, W_r = 0,022 \text{ м/с}, W_n / W_r = 9,45$$

6. Технология работы

- 6.1. Изучить приведенное решение задач 1,2;
- 6.2. Внимательно прочитать условие задачи 1 (см. Приложение);
- 6.3. Ввести наименования, обозначение показателей для расчета по задаче 1, ввести исходные данные своего варианта (см. Приложение Таблица 1);
- 6.4. Ввести расчетные формулы, используя адреса ячеек с исходными данными;
- 6.5. Оформить ответы с указанием единиц измерения рассчитанных показателей.
- 6.6. Решить задачу 2 аналогичным образом на втором листе книги Excel.

Приложение

Задача 1

При прохождении нефтегазовой смеси через штуцер в сепараторе образуются капли нефти диаметром d_n мкм. Смесь находится под давлением P МПа при T К. Найти скорость осаждения капель нефти W_n и определить пропускную способность вертикального гравитационного сепаратора по газу V , если его диаметр D . Известны плотность нефти, плотность газа и его вязкость, фактор сжимаемости, $z=1$.

Задача 2

Известна пропускная способность по газу вертикального сепаратора, его диаметр, давление и температура в аппарате. Установить, будет ли происходить оседание капель нефти определенного диаметра и плотности из потока газа известной плотности и вязкости, $z=1$.

Таблица 1

Параметр	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Давление сепарации, P МПа	0,70	0,35	0,50	0,60	0,40	0,45	0,55	0,20	0,24	0,15
Температура сепарации, T °С	25	30	20	22	32	40	24	28	18	26
Диаметр сепаратора, D м	2,2	1,4	1,2	1,6	1,0	2,0	2,6	3,0	1,6	1,8
Диаметр капли нефти, (задача 1) d_n мкм	95	95	100	75	65	80	70	90	50	85
Плотность нефти, ρ_n кг/м ³	818	838	860	820	815	845	870	852	887	893
Плотность газа при н.у., ρ_g кг/м ³	1,80	0,75	0,90	1,2	0,88	0,84	0,70	0,80	0,67	1,1
Вязкость газа, $\mu_g \cdot 10^{-5}$, Па·с,	3	1,3	2	1,8	1,5	1,2	1,6	1,1	1,4	1,0
Пропускная способность по газу, $V \cdot 10^4$, м ³ /сут	40	8	8	80	10	2	10	12	13	4
Диаметр капли нефти, (задача 2) d_n мкм	40	60	75	45	80	80	55	90	70	80