

Практическая работа № 12

ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ В КОМБИНИРОВАННОМ ДОКУМЕНТЕ

4 часа

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. Оформить решение в документе Word.

Задание выполнять по вариантам.

4. Примеры решения задач

Вариант 1.

Пример выбора и расчета центробежного насоса

Рассчитываем и подбираем центробежный насос для подачи воды $Q = 0,02 \text{ м}^3/\text{с}$ из ёмкости, находящейся под атмосферным давлением в аппарат, работающий под избыточным давлением $p=0,4 \text{ МПа}$. Температура 30° С , геометрическая высота подъема раствора 8 м. Длина трубопровода на линии всасывания 6м, на линии нагнетания 80м. На линии всасывания установлено два нормальных вентиля, на линии нагнетания два нормальных вентиля и одно колено. Кинематическая вязкость воды $\nu = 10^{-6} \text{ (м}^2/\text{с)}$.

1) Выбор диаметра трубопровода.

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{Q} = 1,13 \cdot \sqrt{0,02} \approx 0,16 \text{ м} = 160 \text{ мм};$$

$$Q = v \cdot \omega = v \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad (1)$$

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}; \quad (2)$$

где d -диаметр трубопровода;

Q – объемный расход (подача), $\text{м}^3/\text{с}$;

v – скорость течения, $\text{м}/\text{с}$.

$$v = \frac{4 \cdot 0,02}{3,14 \cdot 0,16^2} = \frac{0,08}{0,08} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

2) Определяем потери напора во всасывающей и нагнетательной линии.

Рассчитываем Критерий Рейнольдса по формуле

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}; \quad (3)$$

где Re - критерий Рейнольдса;

v – скорость, м/с;

ν - кинематическая вязкость (м²/с).

$$Re = \frac{1 \cdot 0,16}{10^{-6}} = 160000 ;$$

Режим течения турбулентный.

3) Определяем коэффициент потерь на трение λ по формуле (4);

При $d \leq 0,5$ м, применяется формула «Дарси»:

$$\lambda = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{1}{40d} \right); \quad (4)$$
$$\lambda = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{1}{40 \cdot 0,16} \right) = 0,023 ;$$

4) Определяем потери напора на трение по длине во всасывающей линии по формуле Дарси:

$$h_{тр} = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}; \quad (5)$$
$$h_{тр1} = 0,023 \cdot \frac{6}{0,16} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,8} = 0,023 \cdot 37,5 \cdot 0,05 = 0,043 \text{ м};$$

5) Определяем потери напора на трение по длине в нагнетательной линии по формуле (5);

$$h_{тр2} = 0,023 \cdot \frac{80}{0,16} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,8} = 0,023 \cdot 500 \cdot 0,05 = 0,575 \text{ м};$$

6) Определяем местные потери напора в нагнетательной линии по формуле Вейсбаха (6);

$$h_m = \xi \cdot \frac{v^2}{2g}; \quad (6)$$

где ξ – безразмерный коэффициент.

Из справочника по гидравлике для обыкновенного проходного вентиля:

$$\xi = 3 - 3,5 ; \text{ (принимаем-3);}$$

$$\text{для колена} \quad \xi = 1 - 1,5 ; \text{ (принимаем - 1);}$$

Суммарный коэффициент местных потерь $\xi = 3 \cdot 2 + 1 = 7$;

$$h_{m1} = 7 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,8} = 0,36 \text{ м};$$

7) Определяем местные потери напора во всасывающей линии по формуле Вейсбаха (6);

Суммарный коэффициент местных потерь $\xi = 3 \cdot 2 = 6$;

$$h_{m2} = 6 \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,8} = 0,306 \text{ м};$$

8) Определяем суммарные потери напора:

$$\Delta h_{\omega} = h_{m1} + h_{m2} + h_{тр1} + h_{тр2} = 0,36 + 0,306 + 0,043 + 0,575 = 1,284 \text{ м};$$

9) Выбор насоса:

Определяем полный напор, развиваемый насосом по формуле (7);

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + H_r + \Delta h_\omega ; \quad (7)$$

где P_1 – давление в аппарате, из которого перекачивается жидкость, Па;

P_2 – давление в аппарате, в который подается жидкость, Па;

H_r – геометрическая высота подъема жидкости, м;

Δh_ω – полная потеря напора во всасывающей и нагнетательной линиях.

$$H = \frac{400000 - 0}{1000 \cdot 9,8} + 6 + 1,284 = 48,1 \text{ м} \approx 50 \text{ м};$$

10) Определяем полезную мощность насоса по формуле (8):

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{1000} ; \quad (8)$$
$$N = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 50 \cdot 0,02}{1000} = 9,8 \text{ кВт.}$$

Вариант 2.

Определение геометрических параметров резервуара

Выбор размеров стального прокатного листа для изготовления стенки

Размеры листа. В соответствии с рекомендациями ПБ 03-605-03 для изготовления стенки выбираем стальной лист с размерами в поставке 2000×8000 мм. С учетом обработки кромок листа с целью получения правильной прямоугольной формы при дальнейших расчетах принимаются следующие его размеры 1990×7990 мм.

Сначала выбираем высоту резервуара. Для этого используем рекомендации ПБ 03-605-03 в (таблице 12). В соответствии с этими рекомендациями предпочтительная высота резервуара от 12 до 20 м.

Высота резервуара. Для резервуара объемом $V = 20000 \text{ м}^3$ принимаем номинальную высоту резервуара $H_n = 16$ м. Соответственно количество поясов в резервуаре будет равно восьми ($N_n = 8$). Точная высота резервуара

$$H = 1990 \cdot 8 = 15920 \text{ мм.}$$

Предварительный радиус резервуара. Радиус резервуара определяется из формулы для объема цилиндра:

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H, \quad (1) \quad [6]$$

$$R = \sqrt{\frac{V}{\pi H}} = \sqrt{\frac{20000 \cdot 10^3}{\pi \cdot 15920}} = 19997 \text{ мм.}$$

Периметр резервуара L_n и число листов в поясе N_n

$$L_n = 2 \cdot \pi \cdot R = 2 \cdot \pi \cdot 19997 = 125645 \text{ мм.}$$

$$N_n = \frac{L_n}{L} = \frac{125645}{7990} = 15,7.$$

Предпочтительней округлять число листов (рис. 18) в поясе до целого или выбирать последний лист равным половине длины листа.

Принимаем число листов в поясе $N_n = 16$. Тогда периметр резервуара

$$L_n = 16 \cdot 7990 = 127840 \text{ мм,}$$

а окончательный радиус

$$R = \frac{L_n}{2 \cdot \pi} = \frac{127840}{2 \cdot \pi} = 20346 \text{ мм.}$$

Уточненный объем резервуара.

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot H = \pi \cdot 20,346^2 \cdot 15920 \approx 20704 \text{ м}^3.$$