

Задача №1.

Определить теоретический напор рабочего колеса H_T , а также число ступеней i , необходимое для создания суммарного теоретического напора H_Σ многоступенчатого лопастного насоса. Рабочие колеса насоса установлены последовательно. Входной диаметр лопатки рабочего колеса D_1 , внешний диаметр – D_2 . Угол установки лопатки на входе β_1 и угол установки лопатки на выходе β_2 принять одинаковыми ($\beta_1 = \beta_2$). Поток жидкости на входе в рабочее колесо принять без закрутки ($\alpha_1 = 90^\circ$). Течение жидкости в межлопастном канале считать безотрывным. При определении окружной скорости учитывать материал рабочего колеса насоса.

Числовые значения величин согласно заданному варианту приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1.

№№ варианта	H_Σ , м	D_1 , мм	D_2 , мм	$\beta_1 = \beta_2$, град	Материал рабочего колеса
1	120	100	250	18	чугун
2	180	120	300	19	чугун
3	240	150	350	20	чугун
4	300	180	400	21	чугун
5	360	110	240	22	чугун
6	420	125	370	23	чугун
7	200	180	450	24	чугун
8	300	115	350	25	сталь
9	400	120	250	26	сталь
10	500	115	230	27	сталь
11	600	100	250	28	сталь
12	700	120	300	29	сталь
13	120	150	350	30	сталь
14	180	180	400	18	сталь
15	240	110	240	19	чугун
16	300	125	370	20	чугун

17	360	180	450	21	чугун
18	420	115	350	22	чугун
19	200	120	250	23	чугун
20	300	115	230	24	чугун

Методические указания к решению задачи №1.

1. Исходя из условий прочности материала рабочего колеса, принимают окружную скорость на выходе из рабочего колеса U_2 .

Значения предельной окружной скорости на выходе из рабочего колеса U_2 в зависимости от материала рабочего колеса представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2.

Материал рабочего колеса	Предельная окружная скорость на выходе в рабочее колесо U_2 .
Чугунное литое	30...40 м/с
Стальное	250...300 м/с
Высокопрочная легированная сталь	400...500 м/с

2. Определяют окружную скорость на входе в рабочее колесо U_1 .

2.1. Определяют в первом приближении окружную скорость на входе в рабочее колесо U_1 .

$$U_1 = U_2 \cdot \frac{D_1}{D_2}, \text{ м/с.}$$

2.2. Определяют значение частоты вращения рабочего колеса, соответствующее окружной скорости U_1 .

$$n = \frac{60 \cdot U_1}{\pi \cdot D_1}, \text{ об/мин.}$$

Округляют полученное значение частоты вращения до ближайшего стандартного значения, соответствующего ряду частот вращения приводного асинхронного электродвигателя переменного тока, приведенных в табл. 1.3.

Таблица 1.3.

n , об/мин	750	1000	1500	3000
--------------	-----	------	------	------

2.3. Согласно принятой стандартной частоте вращения рабочего колеса n во 2-м приближении уточняют значение окружной скорости на входе в рабочее колесо U_1 .

$$U_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n}{60}, \text{ м/с.}$$

3. Определяют относительную скорость на входе в рабочее колесо W_1 .

В случае входа потока жидкости в рабочее колесо без предварительной закрутки окружная проекция абсолютной скорости V_{U1} на входе в рабочее колесо равна 0, а треугольник скоростей на входе представляет собой прямоугольный треугольник, в котором угол $\alpha_1=90^\circ$. Тогда:

$$W_1 = \frac{U_1}{\cos \beta_1}, \text{ м/с.}$$

4. Определяют окружную скорость на выходе из рабочего колеса U_2 .

$$U_2 = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n}{60}, \text{ м/с.}$$

5. Определяют относительную скорость на выходе из рабочего колеса W_2 .

Относительный поток а межлопастных каналах, как правило, диффузорный [1]. Для насосов нормальной быстроходности отношение относительной скорости на входе W_1 к относительной скорости на выходе W_2 в первом приближении коэффициент диффузорности можно принять равным $\frac{W_1}{W_2} = 1,5$. Тогда:

$$W_2 = \frac{W_1}{1,5}, \text{ м/с.}$$

Для схемы с бесконечным числом лопаток коэффициент диффузорности $\frac{W_1}{W_2} = 1,0$

6. Определяют окружную проекцию абсолютной скорости на выходе из рабочего колеса V_{u2} .

$$V_{u2} = U_2 - W_2 \cdot \cos(180 - \beta_2), \text{ м/с.}$$

7. Определяют теоретический напор (по Эйлеру) H_T , создаваемый рабочим колесом насоса.

Из условия отсутствия предварительной закрутки потока на входе в рабочее колесо.

$$H_T = \frac{U_2 \cdot V_{u2}}{g}, \text{ м.}$$

8. Определяют общее число ступеней насоса i .

$$i = \frac{H_{\Sigma}}{H_T}$$

Полученное расчетное значение i округляют до ближайшего целого значения.

9. Уточняют суммарный теоретический напор многоступенчатого насоса.

С учетом принятого целого числа ступеней.

$$H_{\Sigma} = H_T \cdot i, \text{ м.}$$