

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра бурения скважин

Отчет по практической работе
по дисциплине «Буровые машины и механизмы»
Тема: «Расчет эжекторного снаряда»

Выполнил: студент гр. РТ-19
(шифр специальности)

_____ (подпись)

/Чалых В.П./
(Ф.И.О.)

ПРОВЕРИЛ:

Дата проверки: _____

Руководитель: ассистент
(должность)

_____ (подпись)

/Купавых А.С./
(Ф.И.О.)

Санкт-Петербург
2023 г

Цель работы: определение основных геометрических размеров и энергетических характеристик эжекторного снаряда.

Вариант 17

Исходные данные:

Перепад давления рабочего потока в сопле Δp_p , МПа	1,1
Перепад давления смешенного потока $\Delta p_{см}$, МПа	0,20
Статическое давление жидкости: рабочего потока в торце сопла p_{p1} , МПа	1,42
эжекторного потока в торце конфузора $p_{э}$, МПа	0,26
Удельный объем рабочей жидкости γ , м ³ /кг	0,001
Расход: рабочего потока Q_p , л/мин	140
эжекторного потока $q_{э}$, л/мин	80
Коэффициент скорости: рабочего потока φ_1	0,96
смешенного потока φ_2	0,98

Порядок выполнения работы

1. Определяется коэффициент отношения площадей сечения камеры смешения и сопла:

$$m = \frac{\varphi_1^2 \varphi_2 \Delta p_p}{\Delta p_{см}}$$

2. Вычисляются геометрические размеры сопла:

- площадь выходного сечения $f_c = G_{p1} \sqrt{\frac{\gamma}{2 \Delta p_p}} / \varphi_1$, где G_{p1} – массовый расход рабочего потока через сопло, кг/с, $G_{p1} = Q_p / \gamma$;

- диаметр выходного сечения (рис.1) $d_1 = 1,13 \sqrt{f_c}$

- длина $l_c = (6 \div 10) d_1$

- длина цилиндрической выходной части $l_{у.с.} = (0,25 \div 0,5) d_1$

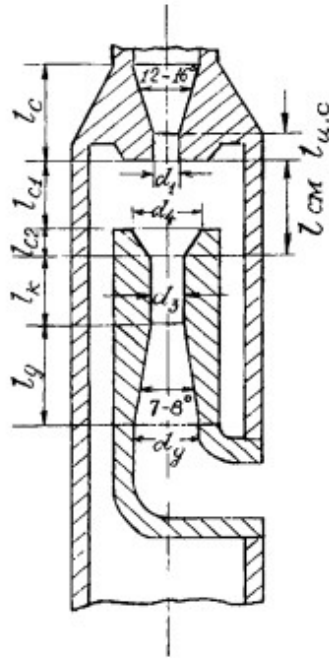


Рис.1. Схема эжекторного снаряда

3. Вычисляются геометрические параметры эжекторного снаряда:

- площадь сечения камеры смешения $f_{см} = m f_c$

- диаметр камеры смешения $d_3 = 1,13 \sqrt{f_{см}}$ или $d_3 = d_1 \sqrt{m}$

- диаметр конфузора $d_4 = 3,4 d_1 \sqrt{0,083 + 0,76 K}$ при $K=0,5$ или $d_4 = 1,55 d_1 (1 + K_э)$

при $K_э > 0,5$, где $K_э$ – коэффициент эжекции, $K_э = \frac{q_э}{Q_p}$

- длина входного участка камеры смешения $l_{c2} = d_3$

- расстояние от сопла до входного участка камеры смешения $l_{c1} = d_1 (\sqrt{0,083 + 0,76 K_э} - 0,29) / (2a)$ при $K_э = 0,5$ и $l_{c1} = (0,37 + K_э) d_1 / (4,4a)$ при $K_э > 0,5$, где $a = 0,16$ опытная константа, или $l_{c1} = (1 \div 1,5) d_3$

- расстояние от сопла до цилиндрической камеры смешения $l_{см} = l_{c1} + l_{c2}$

- длина цилиндрической части камеры смешения $l_k = (3,5 \div 8) d_3$

- конечный диаметр диффузора $d_0 = 1,7 d_3$

- длина диффузора $l_0 = (6 \div 7) (d_0 - d_3) / 3$

4. Рассчитываются энергетические характеристики снаряда:

- коэффициент напора $K_n = h / H$

- мощность рабочего потока (затраченная мощность) $N_p = \varphi^2 \gamma_p Q_p H$, где γ_p – удельный вес жидкости рабочего потока

- полезно затраченная мощность $N_э = \varphi_2^2 \gamma_э q_э h$, где $\gamma_э$ – удельный вес жидкости эжектируемого потока

- КПД эжекторного снаряда $\eta = N_э / N_p$ или $\eta = K_э K_n$

Решение

1. Коэффициент

$$m = \frac{\varphi_1^2 \varphi_2 \Delta p_p}{\Delta p_{cm}} = \frac{0,96^2 \cdot 0,98 \cdot 1,1}{0,20} = 4,97$$

2. Геометрические размеры сопла:

- площадь выходного сечения

$$f_c = \frac{G_{p1} \sqrt{\frac{\gamma}{2 \Delta p_p}}}{\varphi_1} = \frac{2,3 \cdot \sqrt{\frac{0,001}{2 \cdot 1,1 \cdot 10^6}}}{0,96} = 0,000051 \text{ м}^2 = 51 \text{ мм}^2$$

где массовый расход рабочего потока через сопло $G_{p1} = \frac{Q_p}{\gamma} = \frac{140 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 0,001} = 2,3 \text{ кг/с}$

- диаметр выходного сечения

$$d_1 = 1,13 \sqrt{f_c} = 1,13 \cdot \sqrt{51} = 8,07 \approx 8 \text{ мм}$$

- длина

$$l_c = (6 \div 10) d_1 = (6 \div 10) \cdot 8 = 48 \div 80 \text{ мм (принимаем 60 мм)}$$

- длина цилиндрической выходной части

$$l_{ц.ч.} = (0,25 \div 0,5) d_1 = (0,25 \div 0,5) \cdot 8 = 2 \div 4 \text{ мм (принимаем 3 мм)}$$

3. Геометрические размеры эжекторного снаряда:

- площадь сечения камеры смешения

$$f_{cm} = m f_c = 4,97 \cdot 51 = 253,47 \text{ мм}^2$$

- диаметр камеры смешения

$$d_3 = 1,13 \sqrt{f_{cm}} = 1,13 \cdot \sqrt{253,47} = 18 \text{ мм} \text{ или } d_3 = d_1 \sqrt{m} = 8 \cdot \sqrt{4,97} = 17,8 \text{ мм} \\ \text{(принимаем 18 мм)}$$

- диаметр конфузора

$$d_4 = 1,55 d_1 (1 + K_{э}) = 1,55 \cdot 8 \cdot (1 + 0,57) = 19,5 \text{ мм}$$

где коэффициент эжекции, $K_{э} = \frac{q_{э}}{Q_p} = \frac{80}{140} = 0,57$

- длина входного участка камеры смешения

$$l_{c2} = d_3 = 18 \text{ мм}$$

- расстояние от сопла до входного участка камеры смешения

$$l_{c1} = \frac{(0,37 + K_{э}) d_1}{4,4 a} = \frac{(0,37 + 0,57) \cdot 8}{4,4 \cdot 0,16} = 10,7 \text{ мм}$$

- расстояние от сопла до цилиндрической камеры смешения

$$l_{см} = l_{c1} + l_{c2} = 10,7 + 18 = 28,7 \text{ мм}$$

- длина цилиндрической части камеры смешения

$$l_k = (3,5 \div 8) d_3 = (3,5 \div 8) \cdot 18 = 63 \div 144 \text{ мм (принимаем 100 мм)}$$

- конечный диаметр диффузора

$$d_o = 1,7 d_3 = 1,7 \cdot 18 = 30,6 \text{ мм}$$

- длина диффузора

$$l_o = (6 \div 7) (d_o - d_3) = (6 \div 7) (30,6 - 18) = 75,6 \div 88,2 \text{ мм (принимаем 80 мм)}$$

4. Энергетические характеристики снаряда:

- коэффициент напора

$$K_n = \frac{h}{H} = \frac{p_{\text{э}}}{p_{p1}} = \frac{0,26 \cdot 10}{1,42 \cdot 10} = 0,18$$

- мощность рабочего потока (затраченная мощность)

$$N_p = \varphi^2 \gamma_p Q_p H = 0,96^2 \cdot 1000 \cdot 140 \cdot \frac{10^{-3}}{60} \cdot 14,2 \cdot \frac{10}{102} = 3 \text{ кВт}$$

- полезно затраченная мощность

$$N_{\text{э}} = \varphi_2^2 \gamma_{\text{э}} q_{\text{э}} h = 0,98^2 \cdot 1000 \cdot 80 \cdot \frac{10^{-3}}{60} \cdot 2,6 \cdot \frac{10}{102} = 0,33 \text{ кВт}$$

- КПД эжекторного снаряда

$$\eta = \frac{N_{\text{э}}}{N_p} = \frac{0,33}{3} = 0,11$$

Вывод

В данной работе был изучен принцип работы эжекторного снаряда и его конструкция. Произведен расчет геометрических размеров сопла и эжекторного снаряда, а также его энергетические характеристики. По полученным данным был построен чертеж эжекторного снаряда, представленный в Приложении 1. КПД эжекторного снаряда равен 0,11.