

УДК 621.224 (075.8)

С.А. Тимухин, А.В. Долганов, Л.В. Петровых

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОЭЛЕВАТОРНЫХ УСТАНОВОК НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ ГЛАВНОГО ВОДООТЛИВА ШАХТ

Обоснование параметров шламовых высоконапорных гидроэлеваторных установок, предназначенных для более полной механизации процесса очистки водосборников главного водоотлива шахт от шламовых смесей. Приводятся расчетные зависимости для определения оптимальных параметров высоконапорных гидроэлеваторных установок насосных станций главного водоотлива шахт и рудников.

Ключевые слова: гидроэлеваторная установка, чистка водосборника, оптимальные параметры, главный водоотлив шахт и рудников, механизация.

Включение высоконапорных гидроэлеваторных установок, предназначенных для очистки водосборников от шламовых смесей, в технологические схемы насосных станций главного водоотлива шахт и рудников, требует получения новых и уточнения существующих зависимостей для определения параметров струйных насосов (гидроэлеваторов).

Для решения этого вопроса сделаем несколько замечаний и допущений.

Для взаимосвязи параметров гидроэлеваторной установки, подающей шламовые смеси через напорные трубопроводы рабочих насосов, на дневную поверхность или на вышележащие горизонты (при многоступенчатом водоотливе) необходимо прежде всего обоснование общей подачи гидроэлеватора состоящей, как известно, из подачи насоса Q_c , создающего струю, поступающую в камеру смешения гидроэлеватора через сопло и подачи шламовых смесей, поступающих из отстойника водосборника Q .

Так как расчет оптимальных параметров напорных трубопроводов ра-

бочих насосов насосных станций главных водоотливных установок ведется по номинальной подаче рабочих насосов Q_n , то, очевидно, что и общая подача гидроэлеваторной установки должна быть соизмеримой с этой величиной или равной ей. В условиях нашей задачи примем общую подачу гидроэлеватора

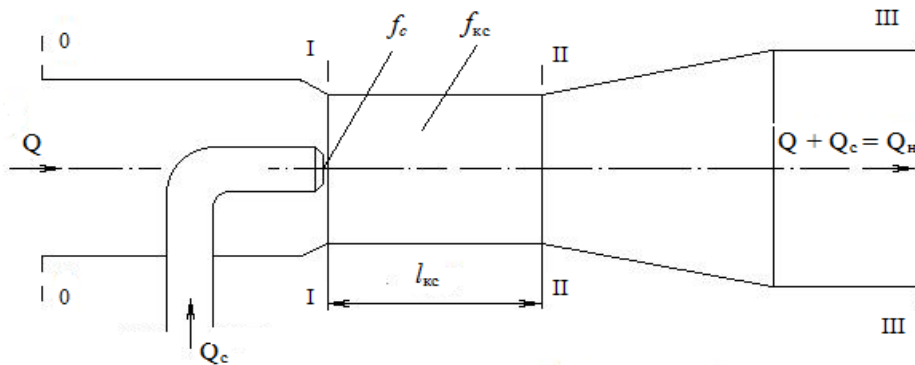
$$Q_c + Q = Q_n, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q – подача, поступающая в приемную камеру (ПК) гидроэлеватора из шламосборника (отстойника водосборника водоотливной установки), $\text{м}^3/\text{ч}$.

Примем следующие конструктивные (геометрические и кинематические) допущения:

- плотность жидкостей Q и Q_c считаем одинаковой;
- камеру смешения принимаем цилиндрической формы;
- силы трения между жидкостью и стенками камеры не учитываются.

С учетом этих условий и допущений найдем соотношения, определяющие оптимальные параметры гидроэлеваторной установки рудничной водоотливной станции.



Гидравлическая схема гидроэлеваторной установки насосной станции главного водоотлива

Рассмотрим параметры камеры смешения (площадь $f_{кc}$, длина $l_{кc}$) (см. рис. 1), так как именно в ней происходит преобразование энергии жидкости и она является основным элементом гидроэлеваторной установки [1, 2].

В общем случае перепад напора в камере смешения между сечениями I-I; II-II.

$$\Delta H_{кc} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} - \frac{P_1}{\rho \cdot g}, \quad (1)$$

где P_1 ; P_2 – давления в сечениях I-II (рис. 1).

С учетом приведенных выше допущений и (1) на основе уравнения количества движения запишем

$$\rho Q_c v_c + \rho Q v_1 - \rho Q_H v_2 = f_{кc} \rho g \Delta H_{кc}, \quad (2)$$

где v_c ; v_1 ; v_2 – скорости соответственно на выходе из сопла, на входе в камеру смешения (сечения I-I), на выходе из камеры смешения (сечение II-II).

Эти скорости могут быть выражены следующим образом

$$v_c = \frac{Q_c}{f_c}; \quad v_1 = \frac{Q}{(f_{кc} - f_c)}; \quad v_2 = \frac{Q_H}{f_{кc}}, \quad (3)$$

где f_c – площадь сечения струи.

Подставляя в уравнение (2) выражения для скоростей (3) и решая его относительно $f_{кc}$, при этом, полагая,

что $\frac{f_{кc}}{f_c} = S$ – геометрический параметр гидроэлеватора, получим

$$f_{кc} = \frac{1}{g f_c \Delta H_{кc}} \left[Q_c^2 + \frac{Q^2}{S-1} - \frac{Q_H^2}{S} \right]. \quad (4)$$

С учетом принятой формы поперечного сечения камеры смешения её диаметр $d_{кc}$ выразится следующим образом

$$d_{кc} = \sqrt{\frac{4}{\pi f_c g \Delta H_{кc}} \left[Q_c^2 + \frac{Q^2}{S-1} - \frac{Q_H^2}{S} \right]} \quad (5)$$

Для случаев, когда необходимо определение параметра $\Delta H_{кc}$, решение уравнения (4) выполним относительно этой величины, предварительно приняв, что режимный параметр в условиях нашей задачи целесообразнее принять как отношение $\frac{Q_H}{Q_c} = q_1$

(принятое в общем случае для гидроэлеваторов значение этого параметра $q = \frac{Q}{Q_c}$).

С учетом того, что $q_1 = 1 + q$, после преобразований получим

$$\Delta H_{кc} = \frac{v_c^2}{g} \times \left[\frac{1}{S} + \frac{1}{S(S-1)} (q_1 - 1)^2 - \frac{1}{S^2} q_1^2 \right] \quad (6)$$

КПД гидроэлеваторной установки (η_{cy}) рудничной насосной станции определится как отношение полезной энергии жидкости к подведенной и без учета потерь на основе предыдущих выражений и допущений

$$\eta_{cy} = (q_1 - 1) \times \left[\frac{2}{S} + \frac{S-2}{(S-1)^2 S} (q_1 - 1)^2 - \frac{1}{S^2} q_1^2 \right]. \quad (7)$$

Согласование параметров гидроэлеваторной шламовой установки с параметрами насосной станции водоотлива шахты важно также и с точки зрения обеспечения безкавитационных режимов работы установки.

В этом плане, прежде всего, представляет интерес оценка кавитационного запаса установки, который в общем случае возможно определить по выражению

$$\Delta h_{\text{кав}}^{\text{кр}} = (1 + \xi_{\text{вх}}) \frac{v_{1\text{max}}^2}{2g}, \quad (8)$$

где $\xi_{\text{вх}}$ – коэффициент сопротивления входного участка в камеру смешения; $v_{1\text{max}}$ – максимальная скорость транспортируемого потока на входе в камеру смешения.

Коэффициент кавитации σ [3] для условий гидроэлеваторной установки может быть записан как отношение

$$\sigma = \frac{\Delta h_{\text{кав}}^{\text{кр}}}{(v_c^2 / 2g)}. \quad (9)$$

После подстановки в это выражение (8) и соответствующих преобразований получим

$$\sigma = (1 + \xi_{\text{вх}}) \cdot \frac{q^2}{S^2 - 2S + 1}. \quad (10)$$

Использование предложенных здесь подходов и уравнений необходимо для обоснования проектных параметров гидроэлеваторных установок водоотливных насосных станций. Следует иметь в виду, что, обеспечение расчетной работы самого гидроэлеватора требует правильного подбора размеров и тщательности его изготовления, при этом существенное значение имеют такие элементы как форма сопла, расстояние от сопла до камеры смешения, форма приемной камеры, форма диффузора и т.д.

Внедрение гидроэлеваторных установок повышенной напорности в схемы рудничных водоотливных станций будет способствовать более полной механизации трудоемкого процесса очистки водосборников от шламовых смесей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривченко Г.И. Гидравлические машины: Турбины и насосы. Учебник для вузов, - М.: Энергия. – 1978. 320 с.
2. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.
3. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. – М.: Машиностроение, 1966. – 362 с. **ИЛАС**

Коротко об авторах

Тимухин С.А. – профессор, доктор технических наук,
 Долганов А.В. – аспирант, aleksey020373@yandex. ru
 Петровых Л.В. – ассистент,
 Уральский государственный горный университет, office@ursmu.ru