

и внутренней поверхности труб, отсутствуют крышки колодцев и требует капитального ремонта, замены или установки элементов и конструкций.

Литература

1. Техническое состояние зданий и сооружений. СН 1.04.01-2020. – Введ. 23.03.2021. – Мн.: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2021. – 66 с.
2. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. СН 4.01.01-2019. – Введ. 09.07.2020. – Мн.: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2020. – 73 с.
3. Противопожарное водоснабжение. СН 2.02.02-2019. – Введ. 16.08.2020. – Мн.: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2020. – 35 с.

УДК 628.112

Определение КПД насоса-гидроэлеватора

Медведева Ю. А.¹, Ивашечкин В. В.¹, Шейко А. М.²
¹Белорусский национальный технический университет
²ОАО «Белгорхимпром»
Минск, Республика Беларусь

В работе представлены лабораторные исследования гидроэлеватора на экспериментальной установке, а также расчет его производительности. По результатам приведенных измерений гидроэлеватор показал хорошую эффективность

При эксплуатации дебит многих водозаборных скважин вначале снижается, а затем они и вовсе полностью выходят из строя. Уменьшение и прекращение подачи воды из скважин происходит часто вследствие пескования: Песок осаждается в отстойнике и образует песчаную пробку, которая частично или полностью перекрывает фильтр. Для удаления песчаных пробок используют насосы – гидроэлеваторы, которые способны перекачивать пульпу и загрязненные жидкости [1, 2].

В БНТУ в лаборатории гидротехнических сооружений были проведены лабораторные исследования по определению коэффициента инжекции (μ) и КПД (η) гидроэлеватора на экспериментальной установке, представленной на рис. 1.

$$Q_c = Q_p + Q_n, \quad (1)$$

где Q_n – полезный расход, откачиваемый из приямка Б.

Для определения КПД гидроэлеватора использовали зависимость [3]

$$\eta = \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p - \Delta p_c} \cdot u = u \cdot \frac{\left(\frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} \right)}{\left(1 - \frac{\Delta p_c}{\Delta p_p} \right)}, \quad (2)$$

где $\Delta p_c = p_c - p_u$, $\Delta p_p = p_p - p_u$.

Коэффициент инжекции $u = \frac{Q_n}{Q_p}$.

Давление инжектируемого потока перед гидроэлеватором

$$p_u = \rho g h_{\text{загл}},$$

где ρ – плотность жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с²; $h_{\text{загл}}$ – заглубление входа в гидроэлеватор под уровень воды.

Давление смешенного потока на выходе из диффузора [4]

$$p_c = \rho g H_c,$$

где H_c – показание пьезометра.

Давление рабочего потока перед гидроэлеватором

$$p_p = \frac{\rho v_1^2}{2} (1 + K_n) = \frac{\rho}{2} \cdot \left(\frac{Q_p \cdot 4}{\pi d_1^2} \right)^2 \cdot (1 + K_n),$$

где v_1 – скорость на выходе из сопла; K_n – потери напора в сопле; d_1 – диаметр активного сопла.

Результаты лабораторных исследований гидроэлеватора приведены в табл. 1

Таблица 1

Лабораторные исследования гидроэлеватора

№ опыта	Расход рабочей среды Q_1 , л/с	Расход суммарный Q_3 , л/с	Расход полезный Q_2 , л/с	Показания пьезометра H_c , м	КПД, η , %
1	0,49	0,625	0,135	4,74	24
2	0,5	0,6	0,1	4,69	22
3	0,5	0,6	0,1	4,69	22
4	0,48	0,61	0,13	4,71	23
					$\eta_{ср} = 23$

Используя результаты опытов, определим КПД насоса-гидроэлеватора. Давление инжектируемого потока перед гидроэлеватором

$$p_u = 1000 \cdot 9,81 \cdot 0,67 = 6572,7,$$

где $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ $h_{\text{загл}} = 0,67 \text{ м}$.

Давление смешенного потока на выходе из диффузора

$$p_c = 1000 \cdot 9,81 \cdot 4,71 = 46205,1,$$

где $H_c = 4,71 \text{ м}$.

Давление рабочего потока перед гидроэлеватором

$$p_p = \frac{1000}{2} \cdot \left(\frac{0,48 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{3,14 \cdot 0,0068^2} \right)^2 \cdot (1 + 0,05) = 92050,4,$$

где $K_n = 0,05$; $d_l = 0,0068 \text{ м}$.

Коэффициент инжекции

$$u = \frac{0,13 \cdot 10^{-3}}{0,48 \cdot 10^{-3}} = 0,27.$$

Тогда

$$\Delta p_c = 46205,1 - 6572,7 = 39632,4,$$

$$\Delta p_p = 82050,4 - 6572,7 = 85477,7.$$

Таким образом, КПД гидроэлеватора по формуле (2) составит

$$\eta = 0,27 \cdot \frac{\left(\frac{39632,4}{85477,7}\right)}{\left(1 - \frac{39632,4}{85477,5}\right)} = 0,23 = 23\%.$$

Литература

1. Авторское свидетельство СССР №1173076. А. М.Кл.4 F04F 5/00. Гидроэлеватор. / В. А. Романов, Н. А. Богомолов (СССР). – Заявка №3688731/25-06; Заявлено 06.01. 1984; Оpubл. 15.08.1985, Бюл. №30 // Открытия. Изобретения. – 1985. – №30.
2. Ивашечкин, В. В. Лабораторные испытания гидроэлеватора для извлечения песчаных пробок из скважин / В. В. Ивашечкин, П. А. Автушко, А. Н. Курч, Ю. А. Бобкова (Медведева) [и др.] // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-й Междунар. науч.-практ. конф.: в 4 т., Минск, 2013 г. / БНТУ; редкол.: Б.М. Хрусталеv [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 2. – с.109.
3. Соколов, Е. А. Струйные аппараты / Е. А. Соколов, Н.М. Зингер. – Москва: Энергия, 1970. – 288 с.
4. Myrzakhmetov, В. Методика расчетного моделирования режимов работы струйного насоса для транспортировки продуктивных растворов урана / В. Myrzakhmetov, S. Toktamissova, A. Śladkowski // Transport problems: materials XII international conference. – Silesian University of Technology; editor A. Śladkowski [etc.]. – Katowice – Silesia, 2020. – P. 528–538.