

УДК 622.276.52

А.В. Игнатов, канд. техн. наук, доц.,
Т.Ю. Варавкина, Д.А. Атрощенко, студенты,
Донецкий национальный технический университет

РАБОТА НАСОСНО-ЭРЛИФТНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ ПОСТОЯННОМ РАСХОДЕ СЖАТОГО ВОЗДУХА

Определены зависимости для определения параметров насосно-эрлифтных установок при постоянном расходе сжатого воздуха.

насосно-эрлифтная установка, расход, сжатый воздух

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Увеличение добычи угля является одним из приоритетных направлений развития современного топливно-энергетического комплекса Украины. Этот процесс требует дальнейшего совершенствования процессов водоотлива и очистки шахтных технологических емкостей от твердого материала. Одним из простейших средств откачки воды и пульпы из водоотливных емкостей является насосно-эрлифтная установка.

Увеличение добычи угля требует создания соответствующих режимов проветривания шахтных выработок, что, в свою очередь, приводит к необходимости проведения все большего числа шахтных вентиляционных стволов. Технология сооружения шахтных стволов способом бурения предусматривает после окончания работ по их креплению откачку промывочной жидкости для проверки качества крепи и обеспечения безопасных работ по сбойке ствола с шахтными выработками. Таким образом сроки ввода в эксплуатацию вентиляционных стволов существенно зависят от времени их осушения. Применение насосно-эрлифтных установок в настоящее время актуально при бурении шахтных вентиляционных стволов.

В качестве источников сжатого воздуха используются компактные и мобильные компрессоры объемного действия. Таким образом, при изменении погружения смесителя эрлифта расход воздуха остается практически постоянным

Таким образом задача определения параметров насосно-эрлифтной установки при переменном погружении смесителя и постоянном расходе воздуха является актуальной.

Анализ исследований и публикаций. В настоящее время в литературе отсутствуют исследования, посвященные анализу варьирова-

ния подачи и КПД насосно-эрлифтной установки при переменном погружении смесителя и постоянном расходе воздуха.

Постановка задачи. На основании поставленной проблемы и анализа публикаций ставится задача определения подачи насосно-эрлифтной установки при переменном погружении смесителя (при переменном притоке жидкости в резервуар) и постоянном расходе воздуха.

Изложение материала и результаты.

Как известно [1], подача эрлифтной установки

$$Q_э = C \cdot d_n^{2,5} \quad (1),$$

где C и d_n – соответственно коэффициент подачи (производительности) и диаметр подъемной трубы эрлифтной установки.

В работе [2, 3] исследованы процессы работы насосно-эрлифтной установки при переменном расходе сжатого воздуха

В работе [4] установлено, что коэффициент производительности подъемной трубы эрлифта определяется зависимостью

$$C = b_0 + b_1 \alpha, \quad (2),$$

где $b_0 = -1,96 + 2,574 \left(1 - e^{-0,5(Q_э / Q_{б.о} - 1)} \right)$, $b_1 = 8,96$; $Q_{б.о}$ - объёмный расход воздуха при котором подача эрлифта будет равна нулю.

Согласно [2, 5, 6] уравнение, позволяющее определять относительное погружение смесителя подъёмной трубы насосно-эрлифтной установки α имеет вид

$$\alpha = \frac{C_1 + C_2 \cdot G_n + C_3 \cdot G_n^2 + C_4 \cdot G_n^3 + C_5 \cdot G_n^4}{C_6 + C_7 \cdot G_n + C_8 \cdot G_n^2} \quad (3)$$

где $C_0 \dots C_8$ - постоянные коэффициенты, зависящие от объемной консистенции $C_{об}$, плотности жидкости ρ , глубины установки насоса $H_{ун}$, уровня воды в стволе $H_в$, длины $l_{хв}$ и диаметра $d_{хв}$ подводящего трубопровода, скорости относительного скольжения твердых частиц $V_{отн}$, напорной характеристики насоса, плотности твердого материала ρ_m , длины подъёмной трубы установки L_n . Из [2, 5, 6] следует, что при откачке насосно-эрлифтной установкой воды коэффициенты C_1 , C_2 , C_6 , C_7 , будут равны нулю. Тогда из (1), (2) и (3) следует

$$\frac{G_n}{d_n^{2,5}} - b_0 = \frac{C_3 + C_4 \cdot G_n + C_5 \cdot G_n^2}{C_8} \quad (4)$$

Причем, в этом случае $Q_3 = G_n$.

Анализ решение квадратного уравнения (4) показывает, что положительные значения подачи насосно-эрлифтной установки в этом случае будут только при отрицательных значениях корня квадратного из дискриминанта.

В 1986 г. На шахте №2 шахтоуправления «Новгородовское» ПО «Селидовуголь» был откачан ствол глубиной 447 м и диаметром 2,8 м. Для откачки применена насосно-эрлифтная установка с погружным насосом ЭЦВ 14-210-30К. Диаметр подводящего трубопровода составлял 0,33 м, а эквивалентный диаметр подъемной трубы - 0,295 м. Длина подъемной трубы принята равной 104 м. Приток воды в ствол составлял 40...50 м³/ч. Попытки использовать погружной насос для откачки при уровне воды в стволе 380...400 м показали, что на этом интервале его подача равна нулю, что обусловило невозможность применения насоса (без эрлифта) при уровне воды в стволе, превышающем 370 м.

Полученные в результате замеров данные приведены на рис.1. Здесь приведены также данные расчетов по зависимостям (1)...(4). Максимальная величина погрешности составляет 12,5% (математическое ожидание 2,34%). При уровне воды в стволе 429 м отклонение расчетных данных от экспериментальных составило 57,3%. Это обу-

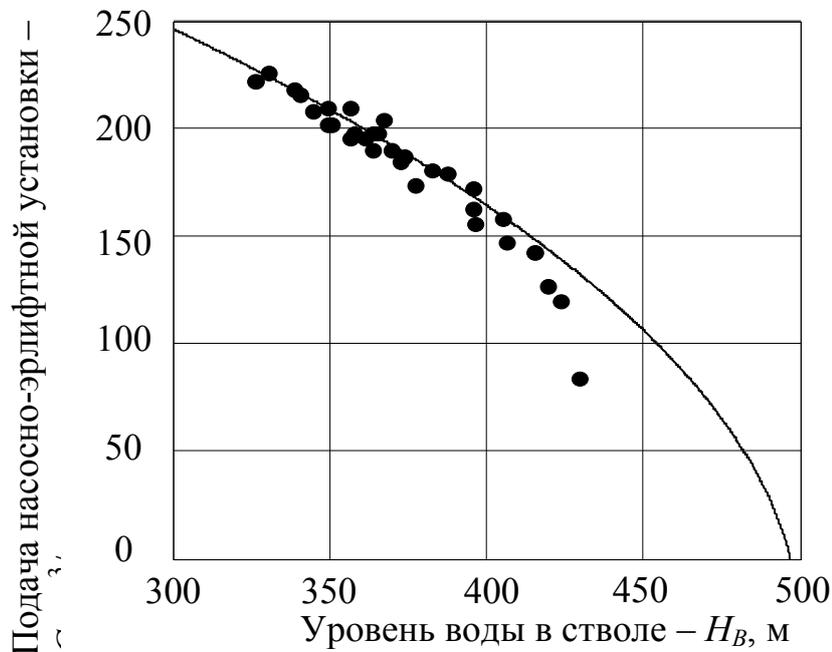


Рисунок 1 - Расчетные и экспериментальные

данные. Замечено, что при уровне воды в стволе 380...400 м подача насоса была равна нулю.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Определены зависимости для определения параметров насосно-эрлифтных установок при постоянном расходе сжатого воздуха. Сравнение теоретических и экспериментальных результатов показывает их достаточно хорошую сходимость.

Полученные результаты позволяют в дальнейшем исследовать переходные процессы в насосно-эрлифтных установках, работающих при фиксированном расходе сжатого воздуха, разработать методики их расчета.

В дальнейших исследованиях следует выяснить также изменение КПД насосно-эрлифтной установки при переменном притоке жидкости в резервуары.

Список литературы

1. Эрлифтные установки: учебное пособие/ В.Г.Гейер, Л.Н.Козыряцкий, В.С.Пашенко, Я.К.Антонов. – Донецк: ДПИ, 1982. – 64 с.
2. Игнатов А.В. Определение расходных характеристик насосно-эрлифтных установок / А.В. Игнатов // Разработка месторождений полезных ископаемых. – 1987. - Вып.78. - С. 7-9.
3. Чеченев А.И. Расчет характеристик насосно-эрлифтной установки / А.И. Чеченев // Разработка месторождений полезных ископаемых. – 1975. - Вып.41. - С. 93-96.
4. Малеев В.Б. Работа эрлифта при постоянном расходе сжатого воздуха / В.Б.Малеев, А.В.Игнатов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-геологічна». – 2008. - Вип.7(135).- С. 108-113.
5. Особенности расчета эрлифтов с переменным относительным погружением / Логвинов Н.Г., Костанда В.С., Игнатов А.В., Арутюнова З.З. // деп. в ГРНТБ УкрНИИТИ 02.08.84, №1327-Ук.
6. Определение расходных характеристик эрлифтов для подъема минерального сырья со дна глубоких водоемов / Логвинов Н.Г., Костанда В.С., Игнатов А.В., Арутюнова З.З. // Рукопись деп. в ГРНТБ УкрНИИТИ 30.09.85, №2390-Ук.

О.В. Игнатов, Т.Ю. Варавкіна, Д.О. Атрощенко. Работа насосно-ерліфтної установки при постійній витраті стисненого повітря. Визначені залежності для визначення параметрів насосно-ерліфтних установок при постійній витраті стисненого повітря.

насосно-ерліфтна установка, витрата, стиснене повітря

A.V. Ignatov, T.Y. Varavkina, D.A. Atroschenko. Operation of Pump-Airlift Installation at Constant Flow of Compressed Air. The dependences for definition of parameters of pump-airlift installations are defined at constant flow of compressed air.

pump-air-lift installation, expense, compressed air

Стаття надійшла до редколегії 11.10.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. ДонНТУ О.І.Калініченко

© Игнатов А.В., Варавкина Т.Ю., Атрощенко Д.А., 2010