

$$h_2 = \frac{\ell \left( 1 - \frac{\rho_v}{\rho_n} + \frac{8 \cdot \lambda \cdot Q_3^2}{\pi^2 \cdot d_{вс}^5 \cdot g} \right) + H \left( \frac{\rho_v}{\rho_n} + \alpha_o - 1 - \frac{8 \cdot \lambda \cdot Q_3^2}{\pi^2 \cdot d_{вс}^5 \cdot g} \right)}{1 + \frac{8 \cdot \lambda \cdot Q_3^2}{\pi^2 \cdot d_{вс}^5 \cdot g} - \alpha_o}, \quad (13)$$

Зная значения геометрической и динамической глубин погружения можно определить:

- пусковое давление у смесителя эрлифта:

$$P_n = \rho_v \cdot g \cdot h_2, \quad (14)$$

- рабочее давление у смесителя эрлифта:

$$P_p = \rho_v \cdot g \cdot h_{дин}, \quad (15)$$

Давление нагнетателя определится как сумма давления у смесителя эрлифта и потерь давления в пневмопроводе от нагнетателя до эрлифта.

Список источников.

1. Пак В.С., Гейер В.Г. Рудничные вентиляторные и водоотливные установки. — М: Углетехиздат, 1955.
2. Малыгин С.С. Определение удельного расхода воздуха и подачи по основным расчетным величинам эрлифтного подъема.// Разраб. месторожд. полезных ископ. Респ. межвед. науч.-техн. сб., 1981. Вып. 58.
3. Малыгин С.С., Усков Е.В. Эрлифт как средство шахтного водоотлива.// Разраб. месторожд. полезных ископ. Респ. межвед. науч.-техн. сб., 1972. Вып. 29.
4. Методические рекомендации по применению средств механизации очистки шахтных водосборных емкостей. Под ред. В.Г. Гейера, Донецк ЦБНТИ МУП УССР, 1983.

УДК 622.512:621.65

## ОПТИМАЛЬНОЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ПОГРУЖЕНИЕ ЭРЛИФТОВ

Малыгин С.С., канд. техн. наук, доц.,

Малеев В.Б., канд. техн. наук, доц.,

Донецкий государственный технический университет

*Доказана зависимость КПД эрлифта от относительного погружения и определена величина оптимального относительного погружения.*

*The dependence of efficiency airlift from relative immersing is proved and the value of optimum relative immersing is determined.*

Воздушные подъемники — эрлифты нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Они используются в качест-

ве гидроподъемных установок шахт, при углубке и расчистке морских судоходных каналов, при гидравлическом удалении золы и шлака на тепловых электростанциях, в трубном производстве, а также в технологии будущего – добыче полезных ископаемых со дна морей и океанов. Такое широкое и разностороннее использование эрлифтов объясняется целым рядом их преимуществ по сравнению с другими видами гидравлических машин и аппаратов. Однако, одним из существенных недостатков эрлифтов является сравнительно большая их энергоемкость. Поэтому обеспечение максимального КПД эрлифтных установок является в настоящее время наиболее актуальной задачей.

Изотермический КПД эрлифта можно определить по следующей зависимости [1]:

$$\eta_{из} = \frac{\rho' \cdot g \cdot h \cdot (1 - \alpha)}{\alpha \cdot q \cdot p_a \cdot \ln \left( 1 + \frac{\rho' \cdot g \cdot h}{p_a} \right)}, \quad (1)$$

где  $\rho'$  – плотность перекачиваемой эрлифтом жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $g$  – ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ ;

$\alpha$  – относительное погружение эрлифта, определяемое по зависимости:

$$\alpha = \frac{h}{H + h}, \quad (2)$$

$H$  – высота подъема жидкости эрлифтом, м;

$p_a$  – атмосферное давление, Па;

$q$  – удельный расход сжатого воздуха.

Ранее, одним из авторов, на основании анализа 50 лабораторных и промышленных эрлифтных установок, а также использования теории подобия, была получена следующая расчетная зависимость для определения удельного расхода сжатого воздуха, дающая хорошую сходимость с практическими данными:

$$q = \frac{h \cdot d^{0,2}}{(\ln h)^{0,4}} \cdot \frac{e^{1,3 \cdot \alpha - 4,6 \cdot \alpha + 12,1}}{\alpha \cdot p_a \cdot \ln \left( 1 + \frac{\rho' \cdot g \cdot h}{p_a} \right)}. \quad (3)$$

Подставив значение  $q$  из (3) в зависимость (1), получим:

$$\eta_{из} = \frac{\rho' \cdot g \cdot (\ln h)^{0,4} (1 - \alpha)}{d^{0,2} \cdot e^{1,3 \cdot \alpha - 4,6 \cdot \alpha + 12,1}}. \quad (4)$$

Из зависимости (4) видно, что КПД эрлифта наиболее существенно зависит от относительного погружения  $\alpha$ .

Определим оптимальное значение относительного погружения  $\alpha_0$  из условия равенства нулю производной от КПД эрлифта по  $\alpha$ , т.е.:

$$\frac{d\eta_{уз}}{d\alpha} = 0.$$

Для этого приведем зависимость (4) к виду удобному для дифференцирования:

$$\eta_{уз} = \frac{\rho' \cdot g \cdot (\ln h)^{0,4}}{d^{0,2}} \cdot \left( \frac{1}{e^{1,3\alpha - 4,6\alpha + 12,1}} + \frac{\alpha}{e^{1,3\alpha - 4,6\alpha + 12,1}} \right). \quad (5)$$

Продифференцировав зависимость (5) получим:

$$\frac{d\eta_{уз}}{d\alpha} = \frac{\rho' \cdot g \cdot (\ln h)^{0,4}}{d^{0,2} \cdot e^{1,3\alpha - 4,6\alpha + 12,1}} \cdot (2,6 \cdot \alpha^2 - 7,2 \cdot \alpha + 3,6) = 0. \quad (6)$$

Так как

$$\frac{\rho' \cdot g \cdot (\ln h)^{0,4}}{d^{0,2} \cdot e^{1,3\alpha - 4,6\alpha + 12,1}} \neq 0, \text{ то}$$

$$2,6 \cdot \alpha^2 - 7,2 \cdot \alpha + 3,6 = 0. \quad (7)$$

Решив уравнение (7), получим два значения оптимального относительного погружения:

$$\alpha_{01} = 2,11 \quad \text{и} \quad \alpha_{02} = 0,656.$$

Так как значение относительного погружения не может быть больше единицы, то  $\alpha_{01}$  не имеет смысла. Следовательно, величина оптимального относительного погружения эрлифтов:  $\alpha_0 = 0,656$ .

Полученное значение оптимального относительного погружения довольно велико и при заданной высоте подъема жидкости не всегда выполнимо по целому ряду объективных причин (невозможно обеспечить требуемую глубину погружения  $h$ , нет нагнетателей с достаточным конечным давлением, невозможно расположить требуемое число секций эрлифтов и их воздухопроводов). Поэтому в реальных условиях необходимо всегда принимать относительное погружение по возможности ближе к оптимальному, а также использовать способы повышения КПД эрлифтов за счет снижения потерь энергии в них путем совершенствования конструкции.

Список источников.

1. Мальгин С.С., Усков Е.В. Эрлифт как средство шахтного водоотлива. // Разраб. месторожд. полезных ископ. Респ. межвед. науч.-техн. сб., 1972. Вып. 29.