

## ДИАПАЗОНЫ ВОЗМОЖНЫХ ПАРАМЕТРОВ НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ ЭРЛИФТНОЙ УСТАНОВКИ С ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ НАГНЕТАТЕЛЯМИ

**Кононенко А.П., зав. каф., д.т.н., проф.; Божко Р.И., аспирант**

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Широкое использование центробежных (радиальных) нагнетателей для питания сжатым воздухом общепромышленных эрлифтных установок водоотлива и гидроподъема определяется наибольшим соответствием значений давления и производительности нагнетателей, требуемым в рассматриваемых условиях [1].

При эксплуатации эрлифтных установок традиционной конструкции движение жидкости (гидросмеси) по отводящему трубопроводу осуществляется самотеком, что требует обеспечения уклона этого трубопровода в сторону потребителя [2, 3]. Обеспечить движение жидкости по отводящему трубопроводу с восходящим уклоном возможно только при абсолютном давлении в воздухоотделителе, превышающем абсолютное давление у потребителя перекачиваемой жидкости.

При промышленном использовании эрлифтных установок возникают ситуации, когда существуют ограничения по допустимой высоте подъема эрлифта традиционной конструкции из-за ограниченных вертикальных габаритов в месте расположения установки (например, ограничения вертикальными габаритами горных выработок, загроможденностью пространства оборудованием и т.д.), что делает невозможным применение таких установок как средств водоотлива (гидроподъема) [2, 3]. В различных отраслях промышленности возникают так же случаи необходимости напорной транспортировки жидкости по горизонтальному или наклонному отводящему трубопроводу.

Увеличить энергоэффективность работы эрлифтной установки с центробежным нагнетателем в качестве источника сжатого воздуха возможно при подаче во всасывающий патрубок нагнетателя воздуха с избыточным давлением, имеющим место в воздухоотделителе. Реализация этого возможна при работе газожидкостного подъемника по принципу нагнетательной эрлифтной установки. Устройство и работа нагнетательной эрлифтной установки изложены в [2].

Согласно методике, изложенной в [4, 5] выполнен анализ работы эрлифтных установок в нагнетательном режиме при использовании в их составе пяти центробежных нагнетателей, представляющих все три классификационные группы: ЦНВ 60/1,6; ЦНВ 100/1,6; 360-22-1; ЦНВ 80/3,2; ЦНВ 200/3 производства ОАО «Дальневосточный завод энергетического оборудования», г. Хабаровск, РФ, что обеспечивает расширение области применения эрлифтных установок.

Повысив давление в воздухоотделителе до значения  $p_{a\text{вз}} = 1,25 \cdot 10^5$  Па, с данным нагнетателем, возможно добиться следующих изменений параметров работы эрлифтной установки (рис. 1):

а) увеличить высоту подъема эрлифта на величину

$$\Delta H_n = \frac{p_{a\text{вз}} - p_0}{\rho \cdot g}, \quad (1)$$

которая для конкретных условий будет иметь значение

$$\Delta H_n = \frac{(1,25 - 1,013) \cdot 10^5}{1000 \cdot 9,81} = 2,42 \text{ м};$$

б) обеспечить работу центробежного нагнетателя ЦНВ 200/3.0 с параметрами:  $p_{a\text{н макс}} = 3,77 \cdot 10^5$  Па;  $Q_n = 208 \text{ м}^3/\text{мин}$ ;  $\eta_n = 0,781$ ;  $\varepsilon_{\text{макс}} = 3,01$ ;

в) обеспечить значение геометрического погружения смесителя

$$h_n = \frac{P_{ан.макс} - p_0}{\rho \cdot g} = \frac{(3,77 - 1,013) \cdot 10^5}{1000 \cdot 9,81} = 28,1 \text{ м.} \quad (2)$$

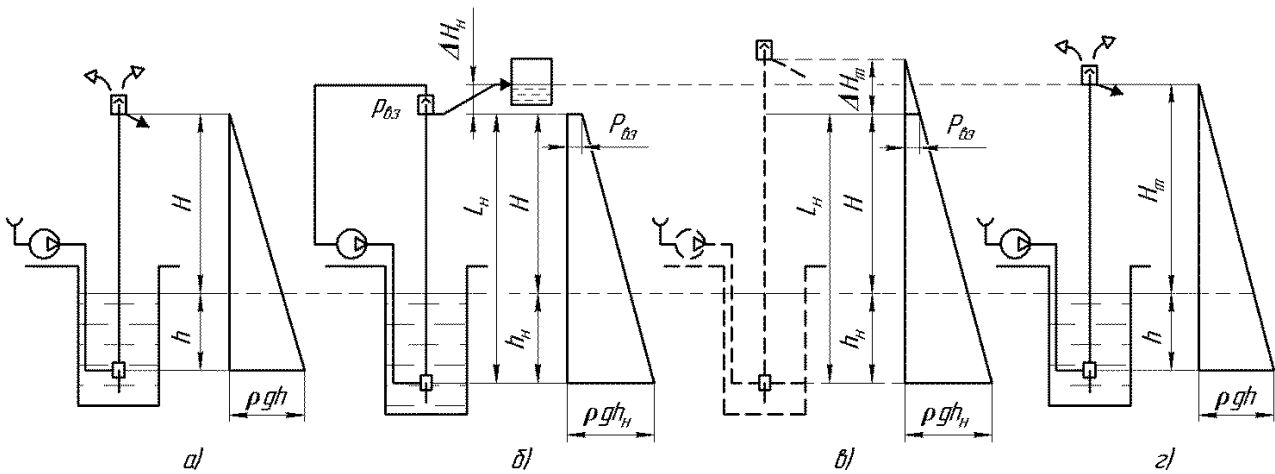


Рисунок 1 – Этюры давлений в подъемных трубах эрлифта традиционной технологической схемы – а; нагнетательного эрлифта - б); традиционной схемы с глубиной погружения смесителя, аналогичной нагнетательному (эквивалентная схема) - в) и эрлифта традиционной схемы с высотой подъема, аналогичной нагнетательному - г)

Исследована работа эрлифтной установки в нагнетательном режиме, в качестве примера, с нагнетателем ЦНВ 200/3,0 в диапазоне абсолютных давлений в воздухоотделителе  $p_{авз} = (1,013 \div 1,25) \cdot 10^5$  Па в диапазоне относительных погружений смесителя традиционного эрлифта  $\alpha = (0,15 \div 0,95)$ .

Зависимости  $\bar{\eta}_3 = f(\alpha)$  для ряда нагнетателей (рис. 2) построены при значении абсолютного давления на входе в нагнетатель  $p_{авз} = 1,25 \cdot 10^5$  Па. При вычислении безразмерных (относительных) величин  $\bar{\eta}_3$ ,  $\bar{H}$  и  $\bar{Q}$  (рис. 3) в качестве базовых принимались значения соответствующих параметров работы эрлифтной установки традиционной технологической схемы (рис. 1, г) с высотой подъема, аналогичной нагнетательной ( $H + \Delta H_n = H_m$ ).

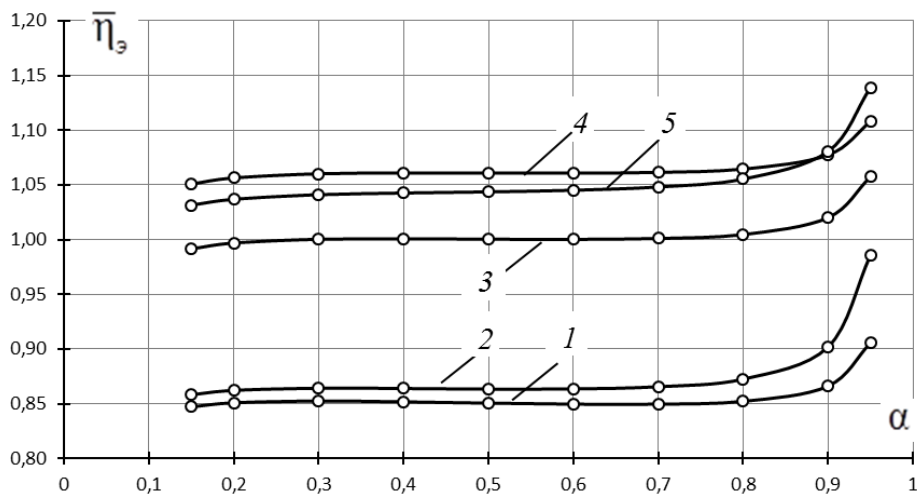


Рисунок 2 – Отношение КПД нагнетательного и традиционного эрлифта с центробежными нагнетателями (1 – с ЦНВ 60/1,6; 2 – с ЦНВ 100/1,6; 3 – с 360-22-1; 4 – с ЦНВ 80/3,2; 5 – с ЦНВ 200/3,0) при абсолютном давлении на входе в нагнетатель  $p_{авз} = 1,25 \cdot 10^5$  Па

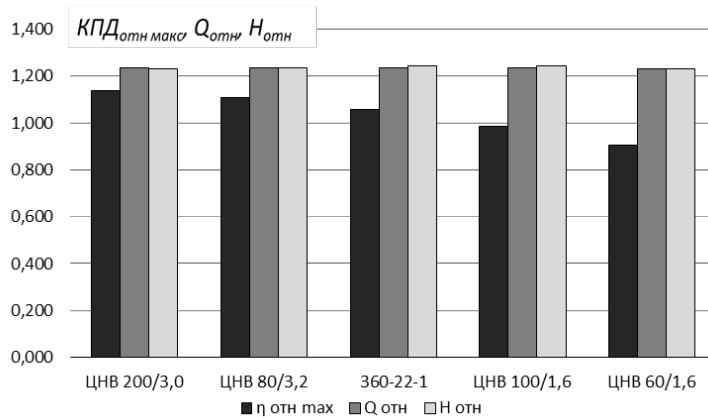


Рисунок 3 – Диаграммы относительных значений максимального КПД эрлифта  $\bar{\eta}$ , относительной подачи эрлифта  $\bar{Q}$  и относительной высоты подъема  $\bar{H}$  для различных центробежных нагнетателей

Установлен характер зависимостей и вычислены количественные показатели изменения высоты подъема и КПД нагнетательного эрлифта с рассматриваемыми центробежными нагнетателями в сравнении с эрлифтом традиционной схемы в диапазоне относительных давлений в воздухоотделителе  $\bar{p}_{авз} = (1,0 \div 1,234)$  при значении взятого в качестве примера относительного погружения смесителя  $\alpha = 0,3$ . Так диапазон увеличения высоты подъема составляет  $(4,0 \div 16,5)\%$ , диапазон увеличения КПД эрлифта –  $(0,960 \div 17,5)\%$ . В диапазоне абсолютного давления во всасывающем патрубке центробежных нагнетателей  $p_{авс} = (1,013 \div 1,250) \cdot 10^5$  Па максимально возможная степень сжатия  $\epsilon_{max}$  остается практически постоянной. При этом производительность нагнетателей  $Q_n$ , в данных условиях увеличивается на 23%.

Доказано, что в сравнении с эрлифтной установкой традиционной технологической схемы работа нагнетательной эрлифтной установки с приведенным рядом нагнетателей, в указанном диапазоне абсолютных давлений во всасывающем патрубке и диапазоне относительных погружений смесителя эрлифта  $\alpha = (0,15 \div 0,95)$  обеспечивает увеличение высоты подъема жидкости (гидросмеси) до 24,4%, увеличение подачи эрлифта до 23,6% при увеличении КПД эрлифта до 14,0%.

#### Перечень ссылок

1. Карпушин, М. Ю. Теоретические диапазоны возможных подач эрлифтов с блочным воздухомоснабжением центробежными нагнетателями / А. П. Кононенко, В. В. Чернюк, М. Ю. Карпушин // Наукові праці ДонНТУ. Серія гірничо-електромеханічна. – Вип. 22 (195). – Донецк : ДонНТУ. - 2011.– С. 116-134.
2. Божко, Р. И. Обоснование энергетической целесообразности применения нагнетательных эрлифтных установок с радиальными нагнетателями / А. П. Кононенко, Р. И. Божко // Международный научно-технический журнал "Вестник Донецкого национального технического университета". Серия А - "Естественные науки". - 2017. - № 1(7). – Донецк : ДонНТУ. - С. 11-19.
3. Божко, Р. И. Области применения нагнетательных эрлифтных установок с радиальными нагнетателями / А. П. Кононенко, Р. И. Божко // Научный журнал «Современное промышленное и гражданское строительство». Том 14. - №1. - 2018.– С. 29-37.
4. Папаяни, Ф. А. Энциклопедия эрлифтов / Ф. А. Папаяни, Л. Н. Козыряцкий, В. С. Пашенко, А. П. Кононенко. – Москва : Информсвязьиздат, 1995. – 592 с.
5. Кононенко, А. П. Оптимизация параметров газожидкостных подъемников / А. П. Кононенко, Т. А. Устименко // Промислова гідравліка і пневматика. – 2010. - № 3 (29). – С. 51-53.