

ИССЛЕДОВАНИЕ БАЛАНСА МОЩНОСТИ В ЭРЛИФТАХ

Кукиб С.В., студент, Кононенко А.П., докт. тех. наук, проф.
Донецкий национальный технический университет

Рассмотрены причины потерь энергии в эрлифте, представлены способы увеличения КПД.

В настоящее время широкое применение во многих отраслях нашли эрлифты и газлифты разнообразных параметров и конструктивных схем. Область применения очень широка – скважинная добыча нефти, подъём угля на гидрошахтах, удаление золы и шлака на тепловых электростанциях, чистка фарватеров, добыча металлов способом выщелачивания. Перспективной является технология эрлифтной добычи полезных ископаемых со дна морей и океанов.

Общим недостатком эрлифтов является более низкий КПД в сравнении с объёмными и динамическими насосами. Поэтому важнейшим направлением совершенствования эрлифтов является повышение их КПД. Для этого необходимо рассмотреть рабочий процесс эрлифта и исследовать баланс энергии в нём.

Исследованиями многих авторов [1,2,3] доказано, что во всех эрлифтах, независимо от их параметров, процесс расширения газообразной фазы близок к изотермическому. Зная это, всегда можно определить мощность, подводимую к смесителю эрлифта.

Рабочая характеристика эрлифта приведена на рис. 1. По оси абсцисс откладывается расход подводимого к смесителю сжатого воздуха (газа) Q_B , а по оси ординат – подача жидкости $Q_Э$ при постоянном относительном погружении.

На характеристике нанесены четыре характерные точки:

- 1 – начало работы эрлифта;
- 2 – оптимальный рабочий режим;
- 3 – работа с максимальной подачей;
- 4 – работа с нулевой подачей.

Рабочая часть характеристики эрлифта находится между точками 2 и 3. На участке 1-2 эрлифт работает в период пуска. Участок 3-4 – нерабочий.

Для исследования баланса мощности принимаем оптимальный режим работы (точка 2).

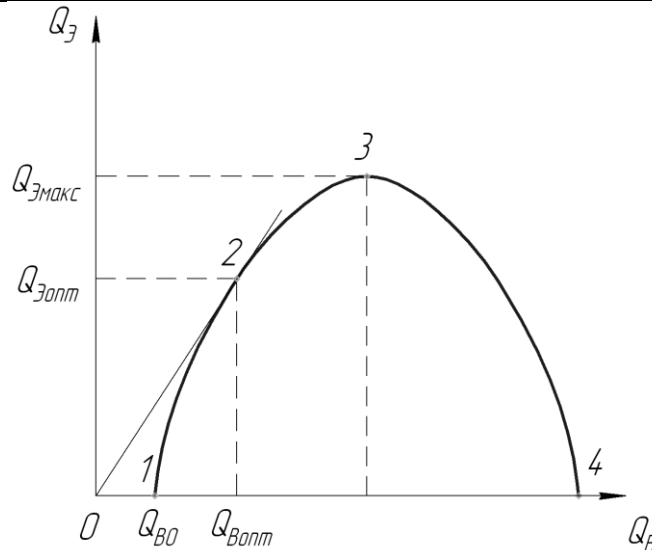


Рисунок 1. Напорная характеристика эрлифта

При составлении уравнения энергетического баланса воспользуемся мощностью, отнесенной к $1 \text{ м}^3/\text{с}$ жидкости поднимаемой в эрлифте (удельная мощность).

Уравнение баланса мощности запишется в следующем виде:

$$N = N_{\text{пол}} + N'_{\text{ин}} + N''_{\text{ин}} + N_{\text{дл}} + N_{\text{см}} + N_{\text{во}} + N_{\text{од}} \quad (1)$$

где N - полная удельная мощность подводимого к смесителю воздуха;

$N_{\text{пол}}$ - полезная мощность, затрачиваемая на подъём в эрлифте $1 \text{ м}^3/\text{с}$ жидкости;

$N'_{\text{ин}}$ - мощность, затрачиваемая на разгон $1 \text{ м}^3/\text{с}$ жидкости от скорости в смесителе до скорости в воздухоотделителе;

$N''_{\text{ин}}$ - мощность, затрачиваемая на разгон сжатого воздуха, необходимого для подъёма $1 \text{ м}^3/\text{с}$ жидкости;

$N_{\text{дл}}$ - мощность, затрачиваемая на преодоление гидравлического сопротивления по длине подъёмного трубопровода, отнесенные к $1 \text{ м}^3/\text{с}$ поднимаемой жидкости;

$N_{\text{см}}$ и $N_{\text{во}}$ - мощности, затрачиваемые на преодоление местных сопротивлений в смесителе и воздухоотделителе соответственно, отнесенные $1 \text{ м}^3/\text{с}$ поднимаемой жидкости;

$N_{\text{од}}$ - мощность, затрачиваемая на относительное движение фаз, отнесенная $1 \text{ м}^3/\text{с}$ поднимаемой жидкости;

Перечисленные затраты мощности, кроме затрат на относительное движение фаз, имеют место также при движении однородных

жидкостей и газов. Поэтому их можно определить по известным зависимостям.

Затраты мощности на относительное движение фаз имеют место только при движении многофазовых потоков. Они обусловлены процессом передачи энергии от энергоносящей (в эрлифте – газ или воздух) к энергопотребляющей среде (в эрлифте – поднимаемая жидкость).

Этот процесс сложен и до настоящего времени недостаточно изучен. Поэтому эту составляющую будем определять как разность полной подводимой мощности и расчётных, т.е.:

$$N_{од} = N - N_{пол} - N'_{ин} - N''_{ин} - N_{дл} - N_{см} - N_{во} \quad (2)$$

Для 30 эрлифтов, испытанных в ДПИ и на промышленных предприятиях подачи составляли от 20 до 150 м³/ч, диаметры подъёмных труб от 0,1 до 0,2 м, глубины погружения от 3 до 68 м, относительные погружения от 0,12 до 0,6. Из экспериментальных данных видно, что наибольшее значение на КПД оказывает относительное погружение, однако увеличивать его не всегда представляется возможным. Понизить потери на разгон фаз и потери по длине можно применив подъёмные трубы, расширяющиеся кверху. Для определения снижения затрат на относительное движение фаз необходимо провести дополнительные эксперименты.

Список источников:

1. Арманд А.А., Невструева Е.И. Исследование механизма движения двухфазной смеси в вертикальной трубе. Изв. ВТИ. 1950, №2.
2. Аргунов П.П. Исследование работы эрлифта и его расчёт. В сб. Строительное водопонижение, гидромеханика и физика грунтовых вод. М., 1953, №20.
3. Гейер В.Г. Определение основных параметров эрлифтной установки для откачки затопленных шахт. Труды ДПИ, юбилейный сборник, 1946.