

У теперішній час в гірничовидобувній промисловості використовуються багато різних способів чищення шахтних технологічних ємностей. Ці традиційні способи характеризуються великим числом перевантажень, складністю обладнання, що застосовується та, як наслідок, зниженням надійності систем чищення, підвищеною витратою енергії, а також значною трудомісткістю виконання процесів чищення.

Поряд з традиційними отримали розповсюдження найбільш прогресивні гідравлічні способи [2], [3], серед яких вирізняється ерліфтний. Ерліфт складається із всмоктувального пристрою, змішувача, підйомної труби, повітровідділювача та повітряподаючої труби. Всмоктувальний пристрій забезпечує пуск установки при наявності шару твердого і дозування його в розрахованій концентрації. Пульпа через усмоктувальний пристрій і повітря від нагнітача по повітропроводу надходить у змішувач, звідки сформована суміш по підйомній трубі надходить у повітровідділювач.

Основний недолік використання ерліфта – необхідність наявності пневматичної енергії. На деяких шахтах джерело пневматичної енергії біля технологічних ємностей відсутнє. Цю енергію можна отримати від збросової води шляхом застосування гідрокомпресорної установки безперервної дії.

Принцип дії гідрокомпресорної установки безперервної дії засновано на здатності води, що рухається вниз, захоплювати повітря.

Гідрокомпресорна установка (рис. 1, 2) складається із вхідного вузла, труби гідрокомпресора та повітрявідділювача. Вода потрапляє у вхідний вузол, де рухаючись з певною швидкістю, рівномірним потоком скидається в трубу гідрокомпресора, захоплюючи при цьому повітря. Водоповітряна суміш потрапляє у повітрявідділювач, де повітря виділяється з води та направляється до споживача.

Керування роботою установки зводиться до недопущення повного заповнення перерізу повітрявідділювача водою, що регулюється засувкою скидання води з повітрявідділювача. Процес керування може бути автоматизований.

Конструктивно установка дуже проста і не підвладна зношенню. Стиснене повітря, отримане в гідрокомпресорі не містить масляних та інших вибухобезпечних сумішей, температура його дещо нижча за температуру навколишнього середовища. Це суттєво розширює можливості його застосування. До того ж гідрокомпресор добре зарекомендувала себе у спільній роботі з ерліфтом.

Для розрахунку гідрокомпресорної установки приймемо наступні вихідні дані:

геометрична висота скидання води (напір) – $H_{\Gamma} = 220$ м,
об'єм води, що скидається – $Q_p = 250$ м³/год.

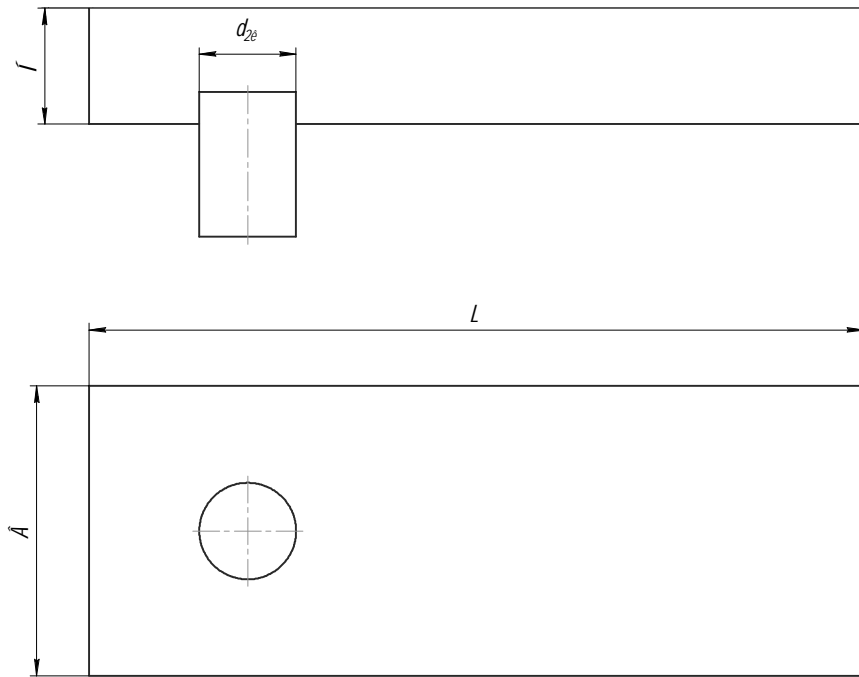


Рис. 1 – Розрахункова схема вхідного вузла гідрокомпресора

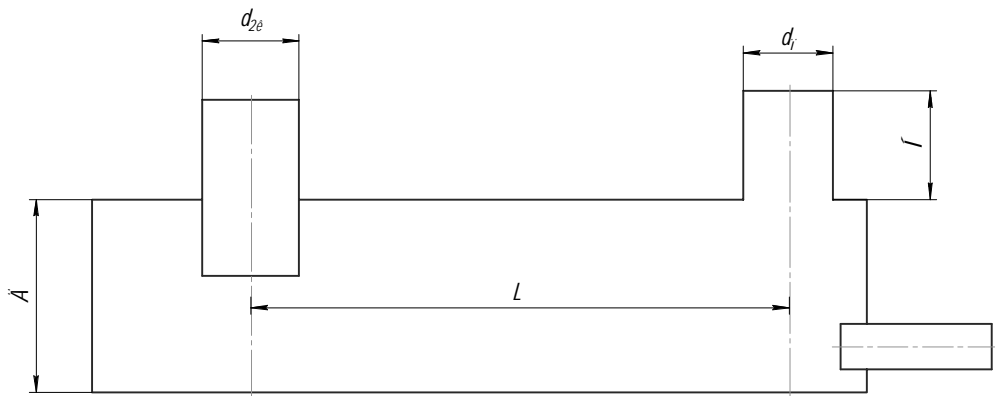


Рис. 2 – Розрахункова схема повітрявідділювача гідрокомпресора

Напір гідрокомпресорної установки:

$$H_{\Gamma} = \frac{p_{\text{ст п}}}{\rho g}, \quad (1)$$

де $p_{\text{ст п}}$ – тиск стисненого повітря, $p_{\text{ст п}} = 8 \cdot 10^5$ Па,
 ρ – щільність води, $\rho = 1000$ кг/м³,
 g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

$$H_{\Gamma} = \frac{1,8 \cdot 10^5}{1000 \cdot 9,81} = 18,3 \text{ м.} \quad (2)$$

Ступінь стиснення повітря:

$$\varepsilon = \frac{p_{стп}}{p_0}, \quad (3)$$

де p_0 – атмосферний тиск, $p_0 = 10^5$ Па,

$$\varepsilon = \frac{1,8 \cdot 10^5}{10^5} = 1,8. \quad (4)$$

З [1] визначаємо оптимальну швидкість води в трубі: $u_{опт} = 1,6$ м/с та умовний коефіцієнт $\beta = 1,85$.

Діаметр труби гідрокомпресора:

$$d_{2к} = \sqrt{\frac{Q_p}{3600 \cdot \pi \cdot u_{опт}}} = \sqrt{\frac{250}{3600 \cdot 3,14 \cdot 1,6}} = 0,118 \text{ м}. \quad (5)$$

Приймаємо $d_{2к} = 0,120$ м.

Відносне перевищення:

$$K_T = \frac{H_\Gamma}{H_r} = \frac{220}{18,3} = 12,02. \quad (6)$$

Дійсне відносне перевищення:

$$K'_T = \frac{K_T - \left(\frac{\lambda H_\Gamma}{d_{2к}} + \sum \zeta_m \right) \left(1 - \frac{p_0}{\frac{\rho g H_\Gamma}{2} - p_0} \beta \right) \frac{u_{опт}^2}{2gH_\Gamma}}{1 + \left(\frac{\lambda H_\Gamma}{d_{2к}} + \sum \zeta_m \right) \cdot \frac{u_{опт}^2}{2gH_\Gamma} \cdot \frac{p_0}{\frac{\rho g H_\Gamma}{2} + p_0} \beta}, \quad (7)$$

де λ – коефіцієнт Дарсі, $\lambda = 0,027$,

$\sum \zeta$ – сума місцевих опорів, $\sum \zeta = 30$ м,

$$K'_T = \frac{12,02 - \left(\frac{0,027 \cdot 220}{0,120} + 30 \right) \left(1 - \frac{10^5}{\frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 18,3}{2} - 10^5} \cdot 1,85 \right) \frac{1,6^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 18,3}}{1 + \left(\frac{0,027 \cdot 220}{0,120} + 30 \right) \cdot \frac{1,6^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 18,3} \cdot \frac{10^5}{\frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 18,3}{2} + 10^5} \cdot 1,85} = 4,3. \quad (8)$$

З [1] знаходимо значення питомої продуктивності $q = 4$ м³/(м³·год).

Нарешті визначаємо кількість повітря, яку можна отримати:

$$Q_{пов} = qQ_p = 4 \cdot 250 = 1000 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (9)$$

Розрахуємо геометричні параметри вхідного вузла та повітрявідділювача.
Ширина вхідного вузла (при $v = 1$ м/с):

$$B = \frac{Q_p}{3600 v h_{кр}}, \quad (10)$$

$$h_{кр} = 0,185 \sqrt[3]{u_{опт}^2 d_{2к}^2} = 0,185 \sqrt[3]{1,6^2 \cdot 0,12^2} = 0,0355, \quad (11)$$

$$B = \frac{250}{3600 \cdot 1 \cdot 0,0355} = 1,96 \text{ м.} \quad (12)$$

Довжина вхідного вузла $L = 2$ м, висота – $H = 0,7$ м.

Висота повітрявідділювача:

$$D = 1,153 \sqrt[3]{\frac{Q_p}{3600 \varepsilon u_{опт}}} = 1,153 \sqrt[3]{\frac{250}{3600 \cdot 1,8 \cdot 1,6}} = 0,332 \text{ м,} \quad (13)$$

приймаємо $D = 0,35$ м.

Довжина повітрявідділювача:

$$L = 5 v D, \quad (14)$$

$$v = u_{опт} + \frac{4Q_p}{3600 \pi D^2} = 1,6 + \frac{4 \cdot 250}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,35^2} = 2,3 \text{ м/с} \quad (15)$$

$$L = 5 \cdot 2,3 \cdot 0,35 = 1,61 \text{ м.} \quad (16)$$

Діаметр початкової ділянки повітряводу:

$$d_{п} = 0,094 \sqrt[3]{\frac{Q_p}{60 \varepsilon}} = 0,094 \sqrt[3]{\frac{250}{60 \cdot 1,8}} = 0,143 \text{ м,} \quad (16)$$

Висота початкової ділянки повітропроводу: $H = 1,5$ м.

Дану методику можна застосувати для розрахунку можливості застосування збросової води для отримання пневматичної енергії при відомих значеннях геометрична висота скидання води та об'єм води, що скидається.

Література:

1. Эрлифтные установки / Гейер В.Г., Козыряцкий Л.Н., Пащенко В.С., Антонов Л.К. – Донецк: ДПИ, 1982. – 64 с.
2. Гейер В.Г. Новые технологические схемы и средства шахтного водоотлива – Донецк: ДПИ, 1972. – 36 с.
3. Гейер В.Г., Тимошенко Г.М. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки – М.: Недра, 1987. – 270 с.