

УДК 622.276.5

Джабатиров Р.А.

Наукові керівники: к.т.н., доц. каф. ЕМА Триллер Є.А.,

ст.викл. каф. ЕМА Нємцев Е.М.

## ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ЗУМПФОВОГО ВОДОВІДЛИВУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕРЛІФТНОЇ УСТАНОВОКИ

Багаторічна експлуатація стволів шахт, якими подається повітря, показала, що зумпфовий водовідлив є найбільше ненадійним вузлом. Незважаючи на безупинне провітрювання насосної камери зумпфа, електродвигуни насосів, а також їх пускова апаратура часто виходять з ладу через порушення ізоляції і замикань на землю. Причиною цього є підвищена вологість повітря в насосній камері.

Відповідно до літературних джерел для відкачки води з зумпфів вертикальних стовбурів крім відцентрових насосів можуть використовуватися гідроелеваторні або ерліфтні установки, а також пневматичні насоси типу НЗВ.

Гідроелеваторні та ерліфтні установки конструктивно прості і надійні в роботі. Вони не мають ні обертових, ні частин, що поступально рухаються. Витрати на обслуговування цих установок мінімальні.

Для приведення в роботу гідроелеваторних установок потрібна робоча вода високого тиску, яка повинна продукуватися спеціальними додатковими насосами. Використання технічної води з протипожежного трубопроводу для приводу в роботу гідроелеваторних установок нераціонально. У таких випадках штучно збільшується приплив води в шахту.

Що стосується ерліфтних установок, то вони приводяться до дії стисненням повітрям. Коефіцієнт корисної дії (ККД) ерліфтних установок дуже сильно залежить від відносного занурення. Зокрема, при  $\alpha = 0,5 \dots 0,6$  ККД одноступінчатої ерліфтної установки наближається до 50%, а при  $\alpha = 0,15$  ККД складає близько 8%.

У пневматичних насосів типу НЗВ ККД має практично постійне значення, що дорівнює близько 5% при висоті водопідйому до 40 м. Низький ККД пояснюється наявністю в насосі НЗВ ежектуючого пристрою, який забезпечує всмоктування води в робочу ємність. Витрата стисненого повітря для приводу в дію насоса НЗВ складає в межах  $10 \div 12 \text{ м}^3/\text{хв}$ .

Розглянемо існуючу технологічну схему зумпфового водовідливу на приладі повітряподаючого ствола шахти (рис. 1). В цій схемі в якості засобів відкачки води із зумпфа застосовані насоси серії ЦНС.

Для обґрунтування можливості застосування ерліфтних установок, зробимо аналітичні дослідження. Спочатку розглянемо можливість застосування одноступінчатої ерліфтної установки. Визначимо відносне занурення ерліфта:

$$\alpha = \frac{h}{H + h} = \frac{6,0}{18 + 6,0} = 0,25, \quad (1)$$

де  $h$  – абсолютне занурення змішувача при затопленні насосної камери,  
 $h = 6,0$  м,

$H$  – геометрична висота водопідйому з урахуванням 3-х метрів перепідйому води над рівнем приствольного двора, що необхідне для відводу зливу води на відстань 100 м від ствола.

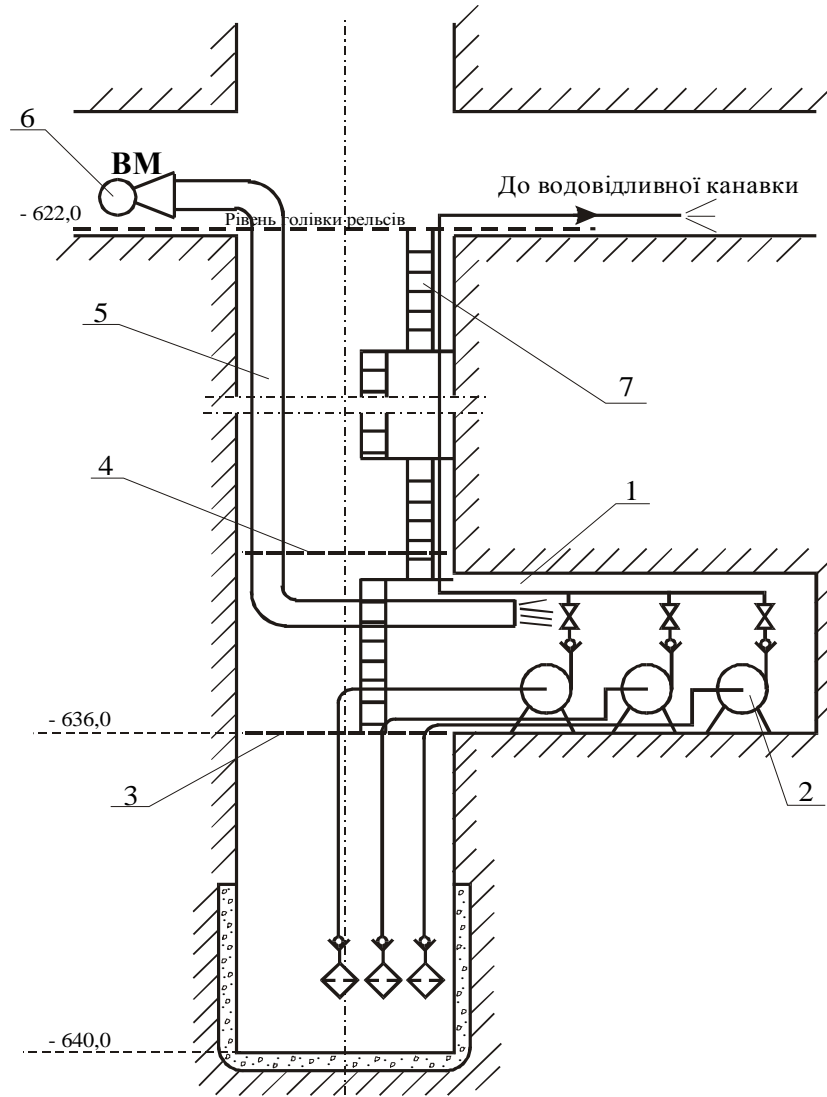


Рис. 1 – Технологічна схема зумпфового водовідливу

1 – насосна камера, 2 – насоси серії ЦНС, 3 – стеля водозбірної ємності зумпфа, 4 – стеля кріплення гальмівних канатів підйомної установки, 5 – повітряпровід вентиляторної установки, 6 – вентилятор місцевого провітрювання, 7 – сходинокве відділення

Питома витрата повітря в ерліфтній установці визначиться за залежністю:

$$q = 0,767 \cdot \alpha^{-2,2} = 0,767 \cdot 0,25^{-2,2} = 16,2, \quad (2)$$

Витрата повітря через ерліфтну установку визначимо за формулою:

$$Q_v = \frac{q \cdot Q_{\text{пр}}}{60} = \frac{16,2 \cdot 10}{60} = 2,7 \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (3)$$

де  $Q_{\text{пр}}$  – приплив води до зумпфової частини ствола,  $Q_{\text{пр}} = 10 \text{ м}^3/\text{год}$ .  
ККД ерліфтної установки визначимо за залежністю:

$$\eta = \frac{\rho g H}{q \cdot P_a \cdot \ln \left( \frac{P_a + P_{\text{зм}}}{P_a} \right)}, \quad (4)$$

де  $\rho$  – щільність води,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ,

$P_a$  – атмосферний тиск, значення якого приймаємо  $P_a = 10^5 \text{ Па}$ ,

$P_{\text{зм}}$  – тиск стисненого повітря в змішувачі, значення якого визначимо за формулою:

$$P_{\text{зм}} = P_a + \rho g h, \quad (5)$$

таким чином:

$$\eta = \frac{\rho g H}{q \cdot P_a \cdot \ln \left( \frac{2P_a + \rho g h}{P_a} \right)} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 18 \cdot 100\%}{16,2 \cdot 10^5 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 6}{10^5} \right)} = 11,5\% . \quad (6)$$

Виходячи з виконаних розрахунків, можна зробити висновок, що ККД одноступінчатої ерліфтної установки достатньо малий, і складає близько 11,5%.

Виконаємо аналіз 2-х ступінчатої ерліфтної установки. Приймаємо відносні занурення обох ступеней дорівнюючими одна одній. У першому наближенні приймемо їх розмір дорівнюючим  $\alpha = 0,47$ . Тоді висота підйому води ерліфтом першої ступені визначиться за залежністю:

$$H_1 = \frac{h_1 \cdot (1 - \alpha)}{\alpha} = \frac{6,0 \cdot (1 - 0,47)}{0,47} = 6,77 \text{ м}. \quad (7)$$

Абсолютне занурення ерліфта 2-ї ступені визначимо за формулою:

$$h_2 = h_1 + H_1 - 0,8 = 6 + 6,77 - 0,8 = 11,97 \text{ м}. \quad (8)$$

Висота підйому пульпи ерліфтом 2-ї ступені:

$$H_2 = \frac{h_2 \cdot (1 - \alpha)}{\alpha} = \frac{11,97 \cdot (1 - 0,47)}{0,47} = 13,5 \text{ м}. \quad (9)$$

Загальна довжина ерліфта 2-ї ступені:

$$\Sigma L_2 = h_2 + H_2 = 11,97 + 13,5 = 25,5 \text{ м.} \quad (10)$$

Через те, що 25,5 м близьке до значення 25,0 м, розбивку ерліфта по ступенях можна вважати закінченою.

Питому витрату повітря 2-х ступінчатого ерліфта визначимо за формулою:

$$q = 2 \cdot 0,767 \cdot \alpha^{-2,2} = 2 \cdot 0,767 \cdot 0,47^{-2,2} = 8,1. \quad (11)$$

Витрата повітря через ерліфтну установку:

$$Q_v = \frac{q \cdot Q_{\text{пр}}}{60} = \frac{8,1 \cdot 10}{60} = 1,35 \text{ м}^3/\text{хв.} \quad (12)$$

ККД 2-х ступінчатої ерліфтної установки:

$$\eta = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 18}{8,1 \cdot 10^5 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 6}{10^5} \right)} \cdot 100\% = 23\% \quad (13)$$

Таким чином, 2-х ступінчата ерліфтна установка (рис. 2), що працює на приплив (у безупинному режимі) буде споживати близько 1,35 м<sup>3</sup>/хв стисненого повітря при значенні ККД дорівнюючому 23%.

Рівень води у водозбірній ємкості зумпфа піднімається на 3 м вище, тобто насосна камера водовідливу цілком затоплюється водою. Також у схемі не треба застосування примусового провітрювання.

На ґрунт водозбірної ємкості зумпфа спускаються обидві ступені ерліфтної установки. Перша ступінь ерліфтної установки складається зі змішувача 6, до якого підводиться стиснене повітря, а всмоктувальна труба повернена вгору в область освітленої води.

Перша ступінь ерліфтної установки занурюється під рівень води на глибину, що дорівнює  $h_1 = 6$  м. Дана ступінь піднімає пульпу на висоту, що дорівнює  $H_1 = 6,8$  м. Після цього вода з повітрявідділювача 7 першої ступені ерліфта зливним трубопроводом 4 направляється в усмоктувальний пристрій 5 2-ї ступені ерліфта. Друга ступінь остаточно піднімає воду з зумпфа на висоту, більшу за 3 м відносно рівня приствольного двора. З повітрявідділювача 2-ї ступені ерліфтної установки вода направляється зливним трубопроводом у водовідливну канавку.

Для роботи ерліфтної установки використовується стиснене повітря із шахтної пневматичної мережі.

Ерліфтна водовідливна установка практично не потребує обслуговування, тому в зумпфі щоденному обслуговуванню й огляду підлягають лише гальмівні канати і механізми їх кріплення до полка.

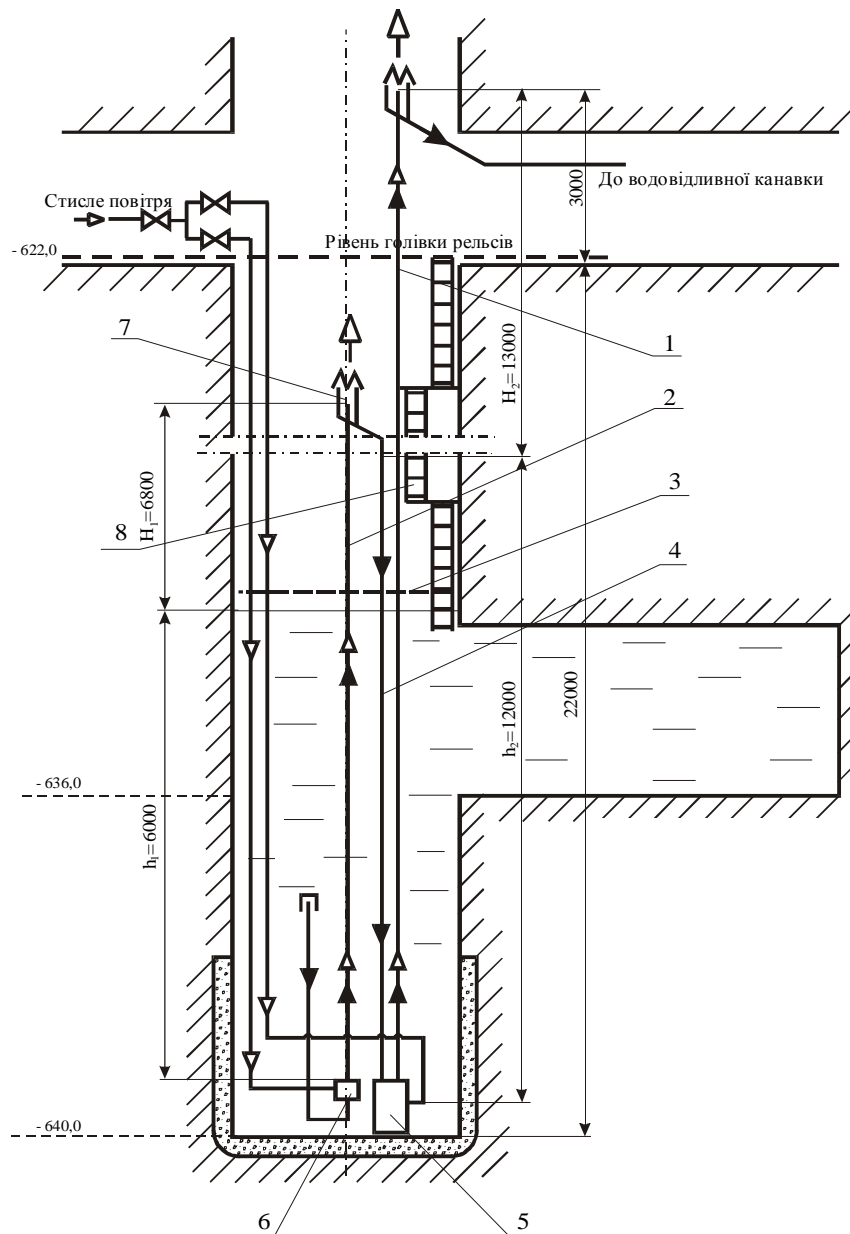


Рис. 2 – Технологічна схема зумпфового водовідливу за допомогою двоступінчастої ерліфтної установки

1 – друга ступінь ерліфта, 2 – перша ступінь ерліфта, 3 – полук для кріплення гальмівних канатів, 4 – зливна труба, 5 – всмоктуєчий пристрій 2-ї ступені ерліфта, 6 – змішувач 1-ї ступені ерліфта, 7 – повітрявідділювач, 8 – сходишкове відділення

#### Література:

1. Эрлифтные установки / Гейер В.Г., Козыряцкий Л.Н., Пашенко 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.