

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ПОНИЖЕННЯ РІВНЯ РІДИНИ В ЄМКОСТІ ЕРЛІФТОМ

Ігнатов О.В. канд. тех. наук, доц.,

Гураль В.Г. доц.

Донецький національний технічний університет

Стіфєєв Ф.Ф.. канд. тех. наук, ст.викладач

Донбаська національна академія будівництва та архітектури

Отримані залежності для визначення тривалості процесу досягнення граничного рівня рідини в водозбірній ємкості при відкачці ерліфтом з постійною витратою стиснутого повітря.

Dependences for determining of time of achievement of the limiting depth of the drainage of tank by airlift, working under constant consumption of the compressed air are received.

1. Проблема і її зв'язок з науковими і практичними задачами.

Розвиток сучасного паливно-енергетичного комплексу України вимагає подальшого удосконалення процесів водовідливу і очищення шахтних технологічних ємкостей від твердого матеріалу, а також використання ефективних засобів водопониження в законсервованих вугільних шахтах. Одним найбільш простих засобів відкачки води і пульпи з водовідливних ємкостей є ерліфт. Ерліфт використовується також при осушенні шахтних стволів що будуються бурінням. При цьому, як указано [1], ерліфт, як правило, працює при постійній витраті стиснутого повітря.

При відкачуванні рідини або пульпи з шахтних технологічних ємкостей або пробурених стволів при незмінній довжині піднімальної труби змінюється рівень рідини в них і, відповідно, занурення змішувача, як h , так і відносне α . При зменшенні α продуктивність ерліфта при інших рівних умовах і постійній витраті стиснутого повітря зменшується. При досягненні відповідного значення рівня рідини в ємкості або водовідливній виробці продуктивність ерліфта стає рівній притоку рідини в неї і подальше пониження рівня рідини припиняється. В даний час відсутні дослідження по визначенню часу

досягнення граничного рівня рідини в водозбірній ємкості при відкачці ерліфтом з постійною витратою стиснутого повітря.

Таким чином задача визначення часу t осушення виробки ерліфтом при змінному зануренні змішувача та постійній витраті стиснутого повітря є актуальною.

2. Аналіз досліджень і публікацій.

В даний час в літературі відсутні дослідження присвячені визначенню часу пониження рівня води в виробці що осушується ерліфтом, який працює при постійній витраті стиснутого повітря.

3. Постановка задачі.

На основі поставленої проблеми і аналізу публікацій ставиться задача визначення часу досягнення граничної глибини води в виробці що осушується ерліфтом.

4. Викладення матеріалу і результати.

Схема відкачування води з водозбірної ємкості ерліфтною установкою приведена на рис.1.

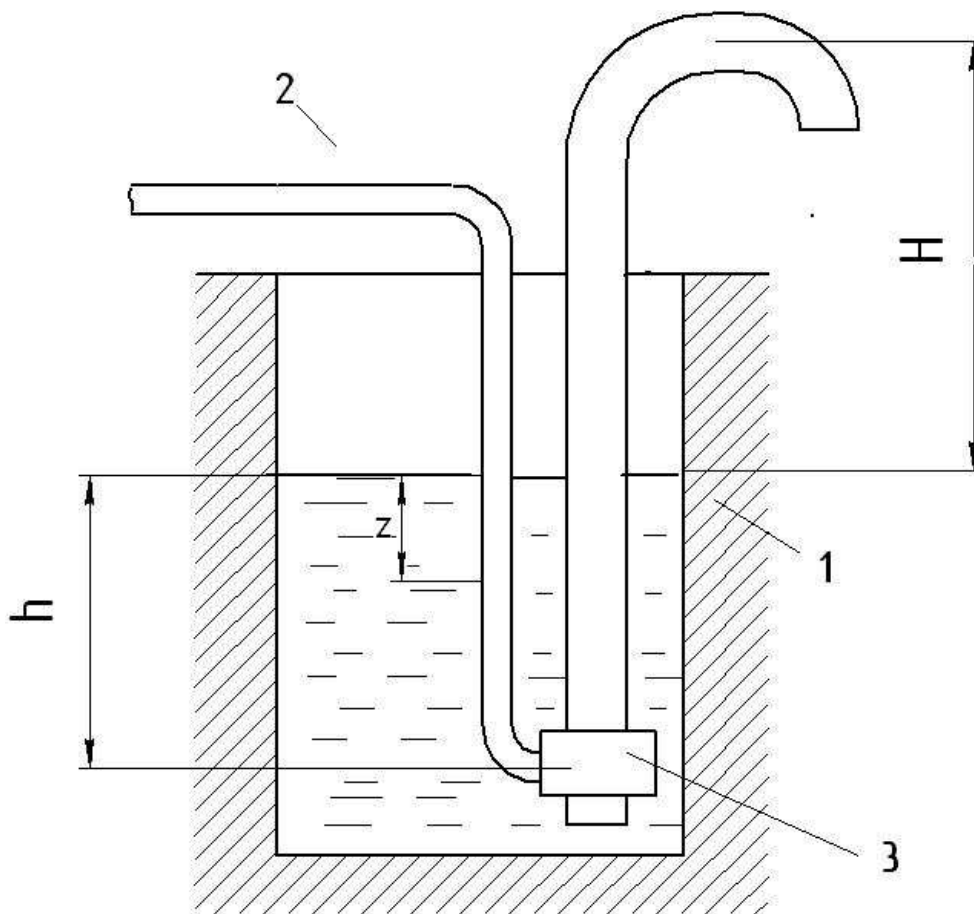


Рис.1. Схема відкачування води ерліфтною установкою

В роботі [1] встановлено, що при фіксованій витраті стиснутого повітря ерліфтом його продуктивність визначається із залежності $Q_9 = b_0 + b_1 \alpha$ (1), де b_0 і b_1 – сталі при даних: значенні витрати стиснутого повітря Q_6 ; діаметрі піднімальної труби $d_{\text{п}}$ і геометричного занурення змішувача h величини.

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

де H – висота підйому рідини над її рівнем в ємкості, м; L_n – довжина піднімальної труби ерліфта, м.

Розглянемо процес осушення, як перехідний процес з перемінним в часі вертикальним переміщенням поверхні рідини z і, відповідно h і α . При цьому вважаємо, що при зміні глибини занурення змішувача ерліфт переходить на нову витратну характеристику без впливу інерційних властивостей рідини в виробці.

$$\text{Тоді } h = h_0 - z + \frac{t}{S}(Q_{\text{np}} - Q_9), \text{ де}$$

h_0 – початкове значення занурення змішувача, м; Q_{np} – приплив рідини в виробку, м³/с; S – площа поперечного перерізу виробки, м².

Враховуючи (1) і (2), отримуємо

$$Q_9 = b_0 + b_1 \frac{h_0 - z + \frac{t}{S}(Q_{\text{np}} - Q_9)}{L_n}.$$

Приймаємо що $Q_9 = \frac{dz}{dt} S + Q_{\text{np}}$. Тоді

$$\frac{dz}{dt} S + Q_{\text{np}} = \frac{b_0 + \frac{b_1}{L_n}(h_0 - z) + \frac{b_1 Q_{\text{np}} t}{S \cdot L_n}}{1 + \frac{b_1 t}{S \cdot L_n}} \quad (3)$$

Звідси

$$\frac{dz}{dt} = \frac{(b_0 + \frac{b_1}{L_n} h_0 - Q_{np}) - \frac{b_1}{L_n} z}{S + \frac{b_1}{L_n} t} \quad (4)$$

З (4) з врахуванням початкових умов $z_0=0$ и $t_0=0$ знаходимо

$$z = \frac{b_0 + \frac{b_1}{L_n} h_0 - Q_{np} - \frac{b_1}{L_n} z}{\frac{b_1}{L_n}} \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{b_1}{L_n S} t} \right) \quad (5)$$

Звідси
$$t = \frac{zS}{b_0 + \frac{b_1}{L_n} (h_0 - 2z) - Q_{np}} \quad (6)$$

З (5) при $t \rightarrow \infty$ знаходимо граничне значення пониження рівня рідини в ємкості

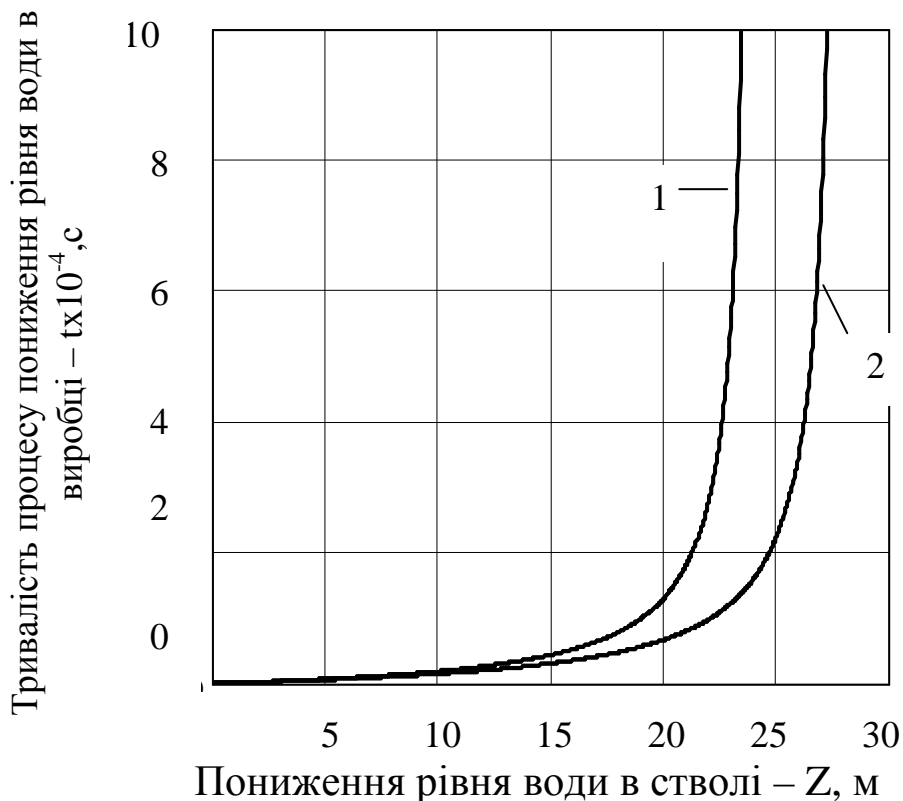
$$z_{пред} = \frac{b_0 + b_1 \frac{h_0}{L_n} - Q_{np}}{2 \frac{b_1}{L_n}} \quad (7)$$

На рисунку 2 приведені результати розрахунків по залежності (6) для $h_0 = 100$ м; $d_{п} = 0,33$ м; $S = 10$ м²; $Q_{np} = 0$; $L_n = 150$ м при $Q_v = 0,4$ м³/с (крива 1) и $Q_v = 0,8$ м³/с (крива 2).

Розрахунки, проведені по залежності (7), показують, що для приведених вище вихідних даних величина граничного пониження рівня води складає 24 м и 27,9 м при значеннях витрат стиснутого повітря $Q_v = 0,4$ м³/с и $Q_v = 0,8$ м³/с відповідно.

5. Виводи та напрям подальших досліджень

Отримані залежності, що дозволяють розраховувати час пониження рівня рідини у виробці та граничне значення цього рівня. Встановлено, що залежність часу відкачки ємкості близька до гіперболічної та має вертикальну асимптоту.



Пониження рівня води в стволі – Z, м
 1- витрата стиснутого повітря $Q_v=0,4 \text{ м}^3/\text{с}$;
 2- витрата стиснутого повітря $Q_v=0,8 \text{ м}^3/\text{с}$.
 Рис.2 Тривалість процесу пониження рівня
 води в виробці

Отримані результати дозволять в подальшому дослідити перехідні процеси в ерліфтних и насосно-ерліфтних установках, працюючих на фіксованій витраті стиснутого повітря, розробити методики їх розрахунку.

В подальших дослідженнях слід також встановити вплив різних факторів на час пониження рівня води в виробці та час осушення всієї ємкості.

Список источников.

1. Малеев В.Б., Игнатов А.В.. Работа эрлифта при постоянном расходе сжатого воздуха. Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Випуск 7(135). – Донецьк: ДонНТУ. – 2008. - С.108-113.
2. Логвинов Н.Г., Стегниенко А.П. Исследование устойчивости систем автоматического регулирования эрлифтных гидроподъемов. – В сб. «Разработка месторождений полезных ископаемых». Вып.37, - Киев: Техника, 1974, с. 63-68

3. Энциклопедия эрлифтов / Ф.А.Папаяни. Л.Н. Козыряцкий, В.С. Пашенко, А.П. Кононенко. – Донецк. 1995.- 592 с. : ил.
4. Эрлифтные установки: Учебное пособие/ Гейер В.Г., Козыряцкий Л.Н., Пашенко В.С., Антонов Я.К. – Донецк: ДПИ,1982. – 64 с.