

УДК 622.276.52

**ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ПОНИЖЕННЯ РІВНЯ РІДИНИ В ЄМКОСТІ ЕРЛІФТОМ**

Ігнатів О.В. канд. техн. наук, доц., Гураль В.Г. доц.  
Донецький національний технічний університет,  
Стіфєєв Ф.Ф., канд. техн. 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.*

*The authors have estimated the duration of reaching the liquid threshold level in a drainage tank in the process of airlift dewatering with permanent consumption of compressed air.*

***Проблема та 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  $\alpha$ . При зменшенні  $\alpha$  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 стиснуто-

го повітря є актуальною.

**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.

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

**Викладення матеріалу і результати.** Схема відкачування води з водозбірної ємкості ерліфтною установкою приведена на рис.1.

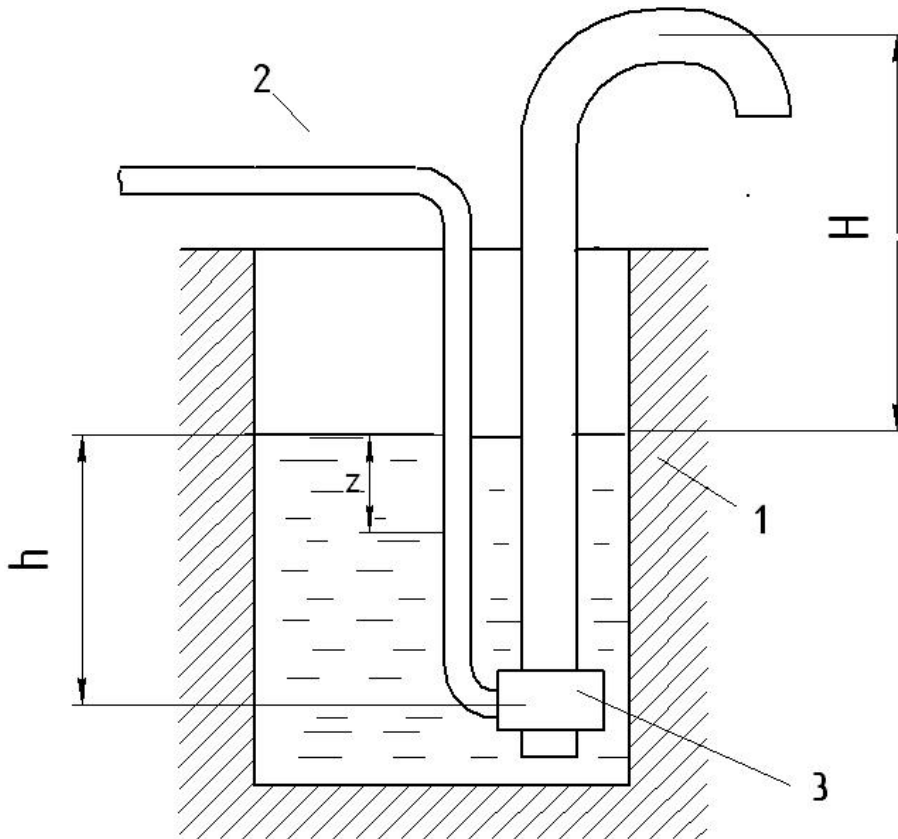


Рис.1. Схема відкачування води ерліфтною установкою

В роботі [1] встановлено, що при фіксованій витраті стиснутого повітря ерліфтом його продуктивність визначається із залежності

$$Q_{\text{э}} = b_0 + b_1 \alpha, \quad (1),$$

де  $b_0$  і  $b_1$  – сталі при даних: значенні витрати стиснутого повітря  $Q_{\text{в}}$ ; діаметрі піднімальної труби  $d_n$  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  $\alpha$ . При цьому вважаємо, що при зміні глибини занурення змішувача ерліфт переходить на нову витратну характеристику без впливу інерційних властивостей рідини в виробці. Тоді

$$h = h_0 - z + \frac{t}{S}(Q_{np} - Q_{\vartheta}),$$

де  $h_0$  – початкове значення занурення змішувача, м;  $Q_{np}$  - приплив рідини в виробку, м<sup>3</sup>/с;  $S$  – площа поперечного перерізу виробки, м<sup>2</sup>.

Враховуючи (1)и (2), отримуємо

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

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

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

Звідси

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

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

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

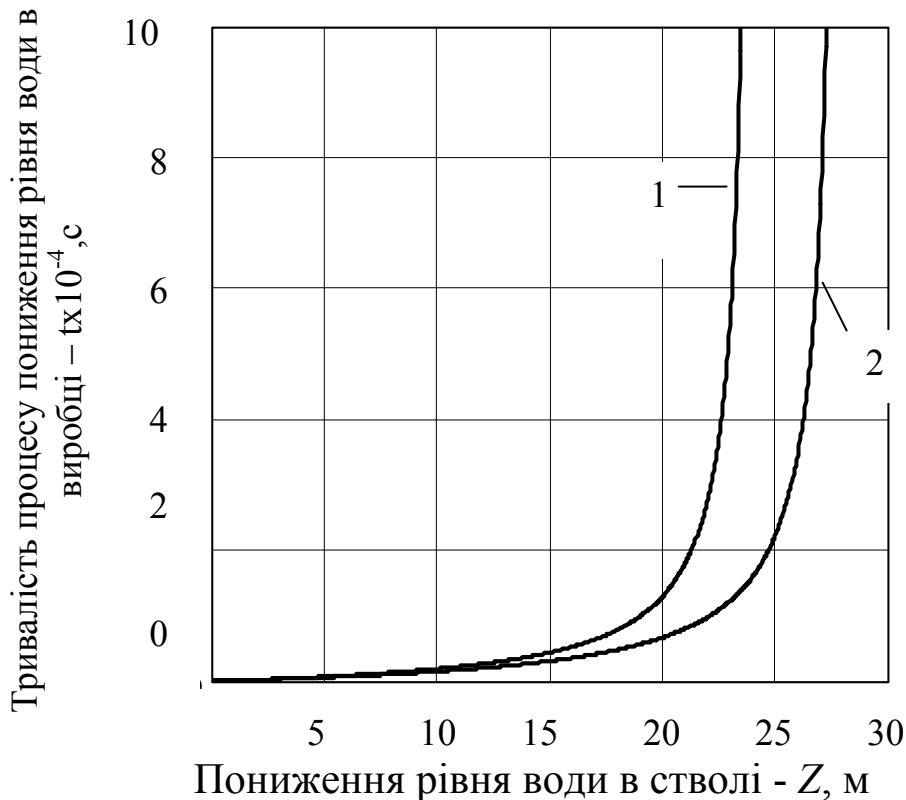
Звідси

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

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

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

На рисунку 2 приведені результати розрахунків по залежності (6) для  $h_0 = 100$  м;  $d_n = 0,33$  м;  $S = 10$  м<sup>2</sup>;  $Q_{np} = 0$ ;  $L_n = 150$  м при  $Q_6 = 0,4$  м<sup>3</sup>/с (крива 1) и  $Q_6 = 0,8$  м<sup>3</sup>/с (крива 2).



1 - витрата стиснутого повітря  $Q_6 = 0,4$  м<sup>3</sup>/с;  
2 - витрата стиснутого повітря  $Q_6 = 0,8$  м<sup>3</sup>/с.

Рис.2. Тривалість процесу пониження рівня води в виробці

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  $Q_6=0,4 \text{ м}^3/\text{с}$  и  $Q_6=0,8 \text{ м}^3/\text{с}$  відповідно.

**Виводи та напрями 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.

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.

Дата поступления статьи в редакцию: 3.11.08