

УДК 622.232.522.24

**A. Yatsenko** (docteur ès sciences, professeur),  
**L. Kozyryatsky** (docteur ès sciences, professeur),  
Université national technique de Donetsk

## DÉTERMINATION DU COEFFICIENT D'ÉJECTION DE L'EAU – AIR ÉJECTEUR

*Montré que le parameter principale de l'eau-air éjecteur est son coefficient volumétrique. On a représenté le schéma d'un éjecteur, on a choisi ses sections caractéristique et pour eux est établit de l'équation de bilan de puissances. On a déterminé les puissances de trois courant : de travail, d'éjecté et de mélange. On a doné l'analyse des pertes de puissance des courant entre les section indiquées. Il est prouvé qu'une partie de la perte de puissance peut être négligée en raison de leur petitesse. Il est possible de simplifier l'équation de bilan de puissance et obtenir la dépendance pour déterminer le coefficient volumétrique d'éjecteur selon les paramètres hydrauliques de trois couraunts.*

**Mots-clés:** eau-air éjecteur, coefficient d'éjection, équation, puissances, bilan, densité, courant.

**Problème et son lien avec les tâches scientifiques et pratiques.** Lors de l'élaboration des projets de l'eau-air éjecteur (EAE), sur la base de paramètres hydrauliques donnés (débit et pression), on détermine les paramètres constructifs optimaux. Les paramètres optimaux signifient que le coefficient d'éjection  $U$  et le rendement doit être maximum. Par conséquent, sur la base d'une puissance donnée, il nécessaire d'obtenir la valeur maximale de la puissance reçue.

Les études théoriques et expérimentales menées par de nombreux auteurs (1-3) nous permettent de déterminer le coefficient d'éjection dans une gamme donnée de paramètres hydrauliques. Ainsi, en règle générale, la pression du fluid ne dépasse pas 1 MPa (10 atm).

Utilisé dans les mines (mine d'hydraulique) ont une pression  $P_t > 10$  MPa. C'est pourquoi la relation empiriques obtenues on donne des résultats exagérés et ne donne pas la possibilité d'utiliser pour les éjecteur à haute pression.

**Analyse des recherche et des publications.** Appareils à jet, et en particulier l'eau-air éjecteurs trouvé leurs applications industrielles en XVIII siècle. Les lois de fonctionnement de ces dispositifs ont été étudié pour la première fois par Zeuner.

Le premier ouvrage théorique sur l'étude d'un appareil à jet liquide-gaz appartient à Pfleyder en 1914 a. Il est basée sur l'utilisation de l'équation du bilan d'énergie pour une courant uni dimensionnel de mélange de l'eau-air. Cette théorie ne suffit pas à converger avec l'expérience. Dans les années 1950-1960 à l'Institute (VTI) ont réalisé des études théoriques et expérimentales de dispositifs à jet, y compris l'eau-air éjecteurs. La pression de l'eau n'est pas supérieure à 1 MPa [1]. Pour ces valeurs L. Berman et G. Efimochkin ont proposés la formule empirique pour déterminer le coefficient volumétrique d'éjection.

**Formulation du problème.** Les données de départ pour le calcul de l'eau-air éjecteurs sont: le pression de fluide moteur, de fluid éjecté et mélanges.

Le résultat d'un travail de calcul - sont les paramètres principaux de l'éjecteur: les diamètre de l'ajutage et de la chambre de mélange, la longueur de la chambre de mélange et le diffuseur, la distance de l'ajutage à la chambre de mélange.

Déterminer ces paramètres n'est pas possible sans trouver le coefficient volumétrique d'éjection  $U_0$ . On a proposé à ce jour par les différents auteurs des méthodes pour la détermination sont basés sur les données expérimentales. Une tâche importante est déterminé la dépendance théorique qui permet, calculer  $U_0$  bien que avec un certain approximation.

**Exposition de la matière et les résultat.** En plus de rendement l'indicateurs de l'efficacité de fonctionnement de EAE est son coefficient d'éjection. Pour appareil à jet c'est le rapport le débit de fluide éjecté au rapport le débit de fluide moteur.

Pour les appareils à jet qui refoule le fluide incompressible, comme règle, on prend le rapport des débit massiques. Si les densités les fluid refoulé et fluid moteur sont égaux en ce cas ce rapport est égal au rapport des débits volumétrique. Quant aux EAE le rapport les débit massique est négligeable et donc on prend le coefficient d'éjection volumétrique  $U_0$ . Etablissons de l'équation du bilan de puissances pour EAE (regarde la figure 1).

$$N_1 + N_2 = N_6 + \Delta N_{1-3} + \Delta N_{3-4} + \Delta N_{4-5} + \Delta N_{5-6} + \Delta N_{2-4} \quad (1)$$

où:  $N_1; N_2; N_6$  - respectivement les puissance de courants des moter, d'éjection et de mélange dans les sections I-I; II-II и VI-VI;

$\Delta N$  - l'indice est la perte de puissance des courant entre les sections (par exemple  $\Delta N_{5-6}$  entre les sections V-V et VI-VI).

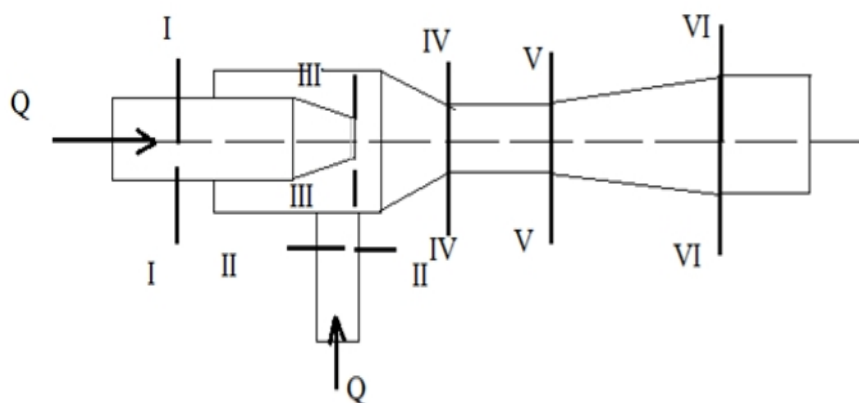


Fig. 1 – Le schéma d'EAE

La perte de puissance  $\Delta N_{2-4}$  est négligeables en raison de la faible densité et la petite vitesse du corant éjecté. Cela s'applique aux pertes  $\Delta N_{3-4}$ . Elles dépendent de la différence de vitesse entre le liquid moteur et le liquid éjectés à cause de grande différence des masses, les pertes  $\Delta N_{3-4}$  sont très faibles.

Ainsi, en négligeant les pertes  $\Delta N_{2-4}$  и  $\Delta N_{3-4}$  nous obtenons.

$$\Delta N_{1-6} = \Delta N_{1-3} + \Delta N_{4-5} + \Delta N_{5-6} \quad (2)$$

où  $\Delta N_{1-6}$  les pertes total en EAE constitués de pertes dans l'ajutage  $\Delta N_{1-3}$  la pertes dans la chambre de la mélange  $\Delta N_{4-5}$  et les pertes dans le diffuseur  $\Delta N_{5-6}$ .

La puissance du courant dans la section I-I

$$N_1 = Q_1 \left( P_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2} \right) \quad (3)$$

où  $Q_1; P_1$  et  $\frac{\rho_1 v_1^2}{2}$  – le débit, la pression et la pression dynamique du courant moter dans la section I-I.

La puissance du courant dans la section II-II

$$N_2 = M_2 \left[ \int \frac{dP}{\rho} + \int d \left( \frac{v^2}{2} \right) \right] \quad (4)$$

où  $M_2$  – le débit massique et la vitesse du fluide éjecté dans la section II-II.

On prend le mouvement séparé des phases dans la section VI-VI et en négliger leur glissement relatif écrivons la valeur de la puissance dans cette section

$$N_6 = Q_1 \left( P_6 + \frac{\rho_1 v_6^2}{2} \right) + M_2 \left[ \int \frac{dP}{\rho} + \int d \left( \frac{v^2}{2} \right) \right] \quad (5)$$

où:  $P_6$  – la pression dans la section VI-VI,  $\rho_1$  – la densité du courant moteur (l'eau).

L'équation du bilan de puissance prend la forme

$$Q_1 \left( P_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2} \right) + M_2 \left[ \int \frac{dP}{\rho} + \int d \left( \frac{v^2}{2} \right) \right] = Q_1 \left( P_6 + \frac{\rho_1 v_6^2}{2} \right) + \tag{6}$$

$$+ M_2 \left[ \int \frac{dP}{\rho} + \int d \left( \frac{v^2}{2} \right) \right] + \Delta N_{1-6}$$

Puisque dans EAE la compression de l'air en présence de grandes quantités d'eau avec une dissipation thermique complète croyons que ce processus est isotherme. Dans ce cas, l'équation du bilan de puissance prend la forme

$$Q_1 \left( P_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2} \right) + Q_2 \left( P_2 \ln \rho_2 + \frac{\rho_1 v_2^2}{2} \right) = Q_1 \left( P_6 + \frac{\rho_1 v_6^2}{2} \right) + \tag{7}$$

$$+ Q_2 \left( P_6 \frac{\rho_2}{\rho_6} \ln \rho_6 + \frac{\rho_2 v_6^2}{2} \right) + \Delta N_{1-6}$$

Les pertes de puissance des deux courants  $\Delta N_{1-6}$  on écrit sous la forme suivante:

$$\Delta N_{1-6} = K_1 N_1 + K_2 N_2$$

où:  $K_1, K_2$  – sont coefficients qui tiennent compte de la perte de la puissance du courant moteur et éjecté

$$(1 - K_1) Q_1 \left( P_1 + \frac{\rho_1 v_1^2}{2} \right) + (1 - K_2) Q_2 \left( P_2 \ln \rho_2 + \frac{\rho_2 v_2^2}{2} \right) = \tag{8}$$

$$= Q_1 \left( P_6 + \frac{\rho_1 v_6^2}{2} \right) + Q_2 \left( P_6 \frac{\rho_2}{\rho_6} \ln \rho_6 + \frac{\rho_2 v_6^2}{2} \right)$$

En remplacement  $1 - K_1 = a$  et  $1 - K_2 = b$  et en négligeant par la hauteur dynamique écrivons l'équation

$$a Q_1 P_1 + b Q_2 P_2 \ln \rho_2 = Q_1 P_6 + Q_2 P_6 \frac{\rho_2}{\rho_6} \ln \rho_6 \tag{9}$$

Divisons équation par  $Q_1$  et en substituant la valeur et  $\frac{Q_2}{Q_1}$  sur  $U_0$  nous obtenons

$$a P_1 + b U_0 P_2 \ln \rho_2 = P_6 + U_0 P_2 \ln \rho_2 \tag{10}$$

De cette équation déterminons  $U_0$

$$U_0 = \frac{a P_1 - P_6}{P_2 (\ln \rho_6 - b \ln \rho_2)} \quad (11)$$

En changeant  $P_1$  à  $P_{\text{eau}}$ ;  $P_2$  à  $P_{\text{éj}}$  et  $P_6$  à  $P_m$  et  $\rho_6$  à  $\rho_m$  et  $\rho_2$  à  $\rho_{\text{éj}}$  nous obtenons

$$U_0 = \frac{a P_p - P_c}{P_H (\ln \rho_c - \ln \rho_H)}$$

où l'indice eau - courant moteur, m - un mélange, éj – courant éjecté.

Pour déterminer préliminaire  $U_0$  on peut prendre le coefficient b est égal à unité, alors

$$U_0 = \frac{a P_6 - P_c}{P_H \ln \frac{\rho_c}{\rho_H}}$$

**Conclusions et recherches supplémentaires.** Cette dépendance donne la possibilité avec précision suffisante pour les calculs d'ingénierie déterminer le coefficient volumétrique d'éjection, qui à son tour permet de calculer les paramètres principale de l'éjecteur. Dans l'avenir, il est nécessaire de mener des études expérimentales pour déterminer la valeur du coefficient de la perte a.

Source de renseignements

1. Соколов Е.Я. Струйные аппараты / Е.Я Соколов, Н.М. Зингер. – 2-е изд. – М. Энергия, 1970. – 288 с.
2. Яценко А.Ф. Исследование струи водовоздушного эжектора / А.Ф. Яценко, Т.А. Устименко // Наукові праці ДонНТУ. - 2006. – Вып. 113 – С. 281-285.
3. Яценко А.Ф. Теоретические и экспериментальные исследования водовоздушного эжектора / А.Ф. Яценко, Т.А. Устименко // Наукові праці ДонНТУ. - 2012. – Вып. 196 – С. 247-253.

Стаття надійшла до редакції 12.05.2013

**О.Ф. Яценко, Л.М. Козицяцкий. Донецький національний технічний університет**

### **Визначення коефіцієнта ежекції водоповітряного ежектору**

Показано, що основним параметром водоповітряного ежектора є його об'ємний коефіцієнт. Наведено схему ежектора, обрані його характерні перетини і для них складено рівняння балансу потужностей. Визначено потужності трьох потоків: робочого, що ежектується, та змішаного. Дано аналіз втрат потужності потоків між зазначеними перерізами. Доведено, що деякими втратами потужності можна знехтувати, зважаючи на їх малість. Це до-

зволило спростити рівняння балансу потужностей і отримати залежність для визначення об'ємного коефіцієнта ежекції з гідравлічних параметрів трьох потоків.

**Ключові слова:** водоповітряний ежектор, струминний апарат, коефіцієнт ежекції, робоча рідина, рідина, що ежектується, щільність, коефіцієнт втрат.

*A. Yatsenko, L. Kozyryatskiy. Donetsk National Technical University*

### **Defining Ejection Coefficient of a Water-Air Ejector**

*The main parameter of a water-air ejector is its volume factor. The scheme of the ejector is provided, its characteristic sections are chosen, and power balance equation is obtained for them. The power of the three streams (the working, the ejected and the mixed ones) is defined. The analysis of the streams power loss between these sections is provided. It is proved that some of the power losses can be neglected due to their smallness. It is possible to simplify the power balance equation, obtain the dependence for defining the volume factor of ejection.*

**Keywords:** water-air ejector, jet apparatus, ejection coefficient, working and ejected fluid, density, loss factor.