

De tal forma, con la ayuda de la teoría dimensional se obtiene un grupo de parámetros adimensionales de los cuales cuatro tienen un interés práctico para modelar flujos newtonianos de hidromezclas formadas con materiales sólidos, donde las fuerzas de viscosidad no tienen una significación predominante y de ellos parecen perspectivas los dos parámetros C' y C'' obtenidos en el presente trabajo y que reflejan las propiedades físico-mecánicas de las hidromezclas.

En conclusión, se puede decir:

- a) La modelación de flujos con partículas sólidas en suspensión es realizable.
- b) La utilización como modelo de la hidromezcla modelada es limitada.
- c) Cuando se experimenta con hidromezcla diferente a las modeladas la modelación se puede efectuar aplicando las condiciones complementarias establecidas en el presente trabajo.

REFERENCIAS

1. PEREZ BARRETO, R.: "Investigación de los parámetros del transporte hidráulico de minerales y concentrados en flujos de alta densidad". Disertación para la obtención del grado científico de Candidato en Ciencias Técnicas. Krivoy Rog, 1970.

VALVULA PARA REGULAR UNA CARACTERISTICA CRECIENTE ENTRE EL VOLUMEN Y EL FLUJO DE UN LIQUIDO

RESUMEN

En este trabajo se expone una válvula hidráulica que permite regular una característica creciente entre el volumen de un líquido en un recipiente y su correspondiente flujo volumétrico de salida; se establece la importancia de la regulación de esta magnitud y los resultados experimentales obtenidos.

КЛАПАН ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБЪЕМА ЖИДКОСТИ В СОСУДЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСХОДА

Резюме

В работе дано описание клапанного устройства, позволяющего регулировать объема жидкости заполняющей сосуд в зависимости от расхода. Приведены результаты экспериментального исследования устройств.

VALVULA PARA REGULAR UNA CARACTERISTICA CRECIENTE ENTRE EL VOLUMEN Y EL FLUJO DE UN LIQUIDO

Ing. Manuel García Renté
Asistente, Profesor del Dpto. de Física
Matemática del ISMMMOA

INTRODUCCION

En este trabajo se establece teórica y prácticamente las posibilidades que brinda una válvula hidráulica para la

regulación de una característica creciente entre el volumen V de un líquido en un recipiente y el correspondiente flujo volumétrico de salida F_s .

La válvula es, en esencia, un tubo con orificios distribuidos longitudinalmente y de áreas convenientes por donde puede salir el líquido contenido en el recipiente. Este dispositivo permite regular una característica creciente de V contra F_s , siempre que el líquido sea no incrustante.

Si regulamos un valor constante de V/F_s , entonces la válvula hidráulica dota al recipiente de propiedades convenientes, tales como: la determinación rápida y sencilla de F_s a partir de la observación visual de la superficie libre del líquido, así como la determinación del volumen total del líquido que ha pasado por un recipiente en un intervalo de tiempo dado, etcétera.

VALVULA PARA REGULAR UNA CARACTERISTICA CRECIENTE ENTRE VOLUMEN Y FLUJO

La válvula hidráulica propuesta para regular una característica creciente de V contra F_s se indica en la Figura 1 b).

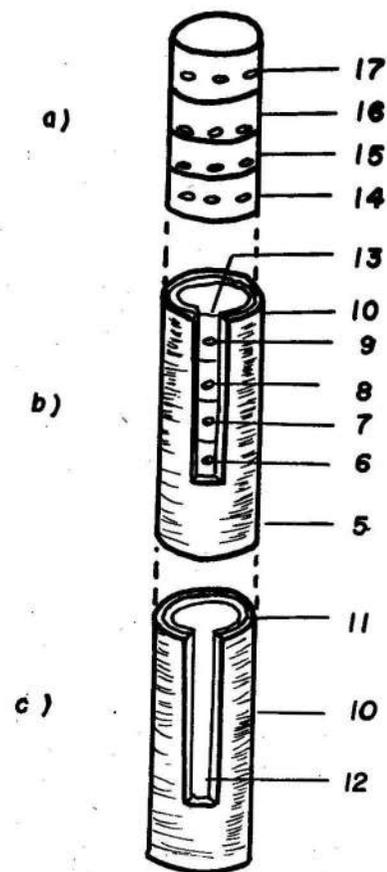


Fig. 1. Válvula para regular una característica creciente entre volumen y flujo.

La válvula está formada por dos tubos concéntricos: uno más externo 10, fijo, representado en la Figura 1 c), con dos ranuras: una longitudinal e interna a 10: la ranura 11; y otra también longitudinal: la ranura 12; en la ranura 11 y en parte de la ranura 12 se encuentra el otro tubo 13 representando en la Figura 1 a), compuesta por las secciones cortas de tubo 14, 15, 16 y 17 las cuales pueden girar.

En cada una de estas secciones cortas de tubo se encuentran varios orificios, como por ejemplo 6, 7, 8 y 9. El flujo de salida del recipiente puede hacerse nulo colocando en la ranura 12 una columna de orificios ciegos [1].

Para regular una característica creciente de V contra F_s es necesario que las variaciones de V y F_s se produzcan en el mismo sentido. Para ello la válvula se instala al recipiente según se indica en la Figura 2.

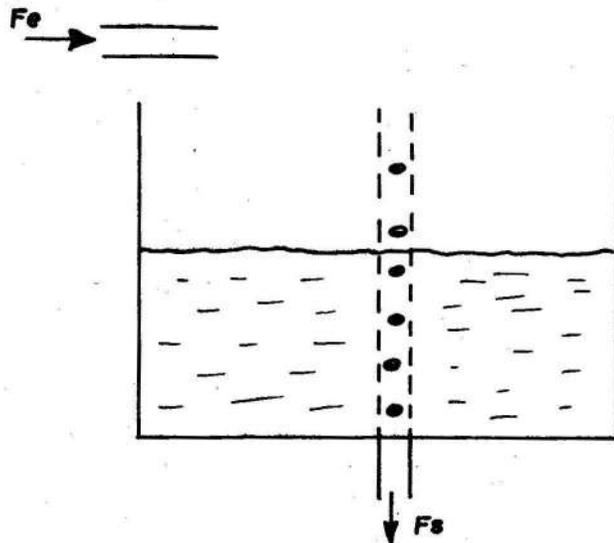


Fig. 2. Instalación de una válvula al recipiente.

Un programa de cálculo escrito en FORTRAN-10H para obtener los parámetros óptimos de la válvula cuando regulamos una característica lineal y determinada de V contra F_s , fue desarrollado por los licenciados Rafael Trujillo y Raúl Díaz del ISMMMOA y la Universidad de Oriente, respectivamente.

IMPORTANCIA DE LA REGULACION DE UNA CARACTERISTICA CRECIENTE ENTRE EL VOLUMEN Y EL FLUJO

Si regulamos una característica creciente de V contra F_s para un líquido, la válvula dota al recipiente de las siguientes propiedades:

- Establece una relación definida entre el flujo volumétrico de salida y la altura de la superficie libre del líquido.

Para ilustrar, supongamos que en un recipiente de área de sección transversal constante A , regulamos:

$$\frac{V}{F_s} = T = \text{constante} \quad (1)$$

por tanto:

$$F_s = K H \quad (2)$$

donde $K = \frac{A}{T} = \text{constante}$ y H es la altura de la superficie libre del líquido.

La ecuación (1) permite afirmar que la resistencia hidráulica a la salida del recipiente es constante para cualquier F_s en el intervalo de flujo en que $T = \text{constante}$.

La ecuación (2) puede ser usada, por ejemplo, para determinar el valor de F_s del agua en un recipiente o del guarapo en el tanque de encalado de la industria

azucarera a partir de la observación visual, mucho más fácil de realizar, del nivel de la superficie libre del líquido.

De la ecuación (2) obtenemos:

$$V_s = K \int_0^t H dt \quad (3)$$

que es el volumen total del líquido que ha pasado por un recipiente en el intervalo de tiempo de 0 a t.

La ecuación (3) permite determinar, por ejemplo, el volumen total del agua o del guarapo encalado que ha pasado por un recipiente con sólo multiplicar el valor constante y conocido K por el valor de la integral de H dt de 0 a t. El valor de esta integral puede ser hallado a partir de la gráfica de H contra t dada por un registrador.

- b) Establecer un modelo matemático lineal y con parámetros constantes entre ΔH y ΔF_e .

Si se regula un valor constante de $\frac{V}{F_s}$ en un recipiente de área de sección transversal constante A se establece la siguiente función de transferencia entre la variación de la altura de la superficie libre del líquido $\Delta H(s)$ y la variación $\Delta F_e(s)$ del flujo volumétrico de entrada:

$$\frac{\Delta H(s)}{\Delta F_e(s)} = \frac{T/A}{1 + TS} \quad (4)$$

donde S es la frecuencia generalizada de Laplace.

Siempre que T = constante, esto permite variar la referencia en altura de un sistema de control automático que actúe sobre la válvula de entrada del líquido sin tener que reajustar los parámetros del lazo de control.

- c) Establece una relación definida entre dos o más flujos de salida.

Supongamos un recipiente como el indicado en la Figura 3 que posee dos salidas de flujo A y B.

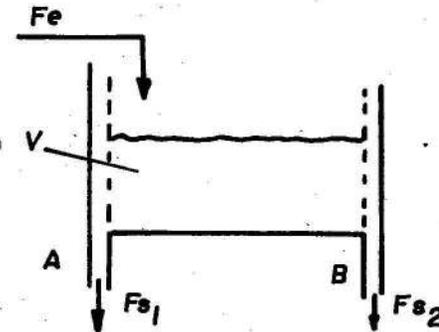


Fig. 3. Instalación para establecer una relación definida entre dos flujos volumétricos de salida.

Para las salidas A y B tenemos:

$$\frac{V}{F_{s1}} = T_1 \longrightarrow V = T_1 F_{s1}$$

$$\frac{V}{F_{s2}} = T_2 \longrightarrow V = T_2 F_{s2}$$

Iguando ambas expresiones:

$$F_{s2} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right) F_{s1} \quad (5)$$

Si T_1 y T_2 fuesen constantes obtendríamos una proporcionalidad entre F_{s2} y F_{s1} .

Esta propiedad puede ser utilizada en un recipiente distribuidor de un reactivo químico a un proceso.

- d) Establece una velocidad de descenso constante de la superficie libre del líquido en un recipiente de caras planas.

Si $F_e = 0$, la velocidad de descenso constante de la superficie libre del líquido puede conseguirse en un recipiente de caras planas sólo cuando la descarga libre del líquido se produce por la válvula. Esta propiedad es esencial para lograr a través de la geometría y dimensiones del recipiente un dispositivo de programa y a la vez de fuerza que permita el seguimiento solar en un helióstato con mando hidráulico. Este tipo de seguimiento aumenta la confiabilidad de la instalación y reduce su costo: todo esto facilita el uso de la energía solar en nuestro país.

- e) Establece la regulación del valor medio del tiempo de residencia en el recipiente.

Si el líquido verifica la hipótesis de mezcla perfecta y se encuentra a estado de régimen estacionario por el recipiente entonces el valor medio \bar{t} del tiempo de residencia del líquido se define como [2]:

$$\bar{t} = \frac{V}{F_s} \quad (6)$$

donde:

V es el volumen del líquido en el recipiente

F_s es el flujo volumétrico de salida.

Si se cumplen las condiciones anteriores, al regular la válvula hidráulica una característica creciente de V contra F_s , regula, por tanto, al valor medio del tiempo de residencia.

La regulación de \bar{t} es muy importante en aquellos procesos donde el intervalo de tiempo de contacto entre dos sustancias influye sobre la regulación de otra magnitud, como por ejemplo: en la regulación de la temperatura de un líquido o en la regulación del pH de una sustancia.

CONSTRUCCION DE UNA VALVULA PARA REGULAR UNA RAZON CONSTANTE DE VOLUMEN CONTRA FLUJO

Se diseñó una válvula para regular el cociente del volumen V contra el flujo volumétrico de salida F_s igual a 10 min en un recipiente de área de sección transversal igual a 26,3 dm² y altura de 8,36 dm. Se realizó la regulación en un rango de volúmenes desde 30 dm³ hasta 180 dm³. El líquido utilizado fue H₂O a unos 28 °C. El coeficiente de descarga C_d utilizado fue de 0,61.

El área de la sección transversal de la válvula fue de 4,8 cm².

Los parámetros constructivos de la válvula obtenidos a partir del programa escrito en FORTRAN-10H se indican en la Tabla 1.

TABLA 1. Parámetros de la válvula construida para $\frac{V}{F_s} = 10$ min

Orificio No.	Área del orificio (mm ²)	Altura del centro del orificio (cm)
1	84,906	10,05
2	24,618	20,05
3	27,326	30,00
4	21,226	50,00

Un esquema de la instalación de la válvula al recipiente se indica en la Figura 4.

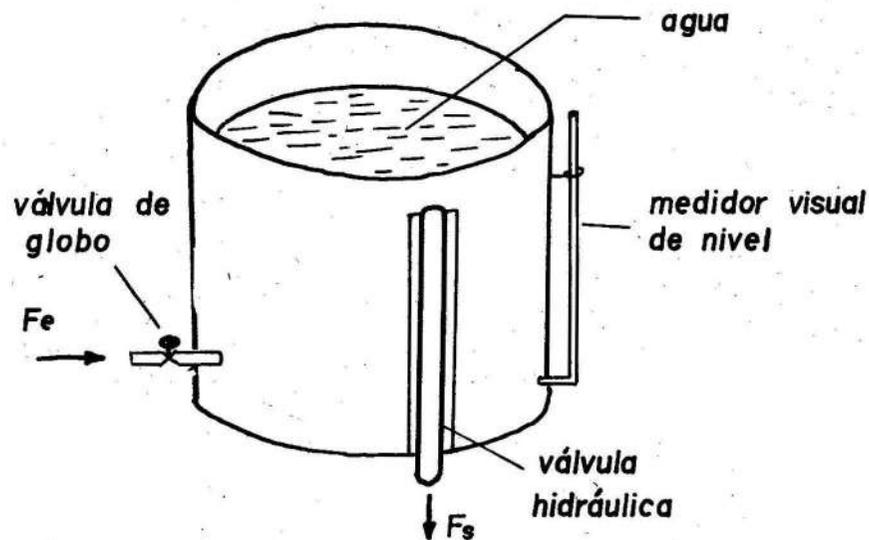


Fig. 4. Instalación de una válvula hidráulica a un recipiente.

Los orificios de la válvula fueron practicados sobre la pared del recipiente y se usó un tubo colector para canalizar el líquido de la salida de los orificios [3].

Para determinar el valor de $\frac{V}{F_s} = T = \text{constante}$ en un recipiente de sección transversal constante utilizamos la expresión demostrada por el licenciado Rafael Trujillo:

$$T = \frac{t}{\ln \frac{H_1}{H_2}} \quad (7)$$

Donde H_1 es la altura inicial de la superficie del líquido correspondiente a un volumen V_0 ; H_2 es la altura final de la superficie libre del líquido y t es el tiempo que tarda el nivel del líquido en cambiar de la altura H_1 a la altura

de H_2 cuando $F_e = 0$ y se realiza la descarga libre del líquido a través de la válvula.

La validez de la ecuación (7) fue contrastada en el laboratorio a partir de la determinación de V y F_s y por la aplicación de la ecuación (1).

Como se muestra en la Tabla 2 la válvula reguló a $T = 9,825 \pm 0,255 \text{ min}$. De acuerdo con esto, para todo el rango de trabajo en que se regula T se verifica que:

TABLA 2. Valores experimentales obtenidos para la regulación de un valor constante de V/F_s .

H_1 (dm)	H_2 (dm)	t (s)	V/F_s (min)
7,5	7,0	41,8	10,05
7,0	6,5	44,3	9,96
6,5	6,0	47,7	9,93
6,0	5,5	52,6	10,08
5,5	5,0	56,6	9,91
5,0	4,5	62,9	9,95
4,5	4,0	70,4	9,96
4,0	3,5	76,7	9,57
3,5	3,0	89,8	9,72
3,0	2,5	110,2	10,07
2,5	2,0	134,9	10,07

$$F_s = 2,68 H \quad (8)$$

$$V_s = 2,68 \int_0^t H dt \quad (9)$$

$$\frac{\Delta H \text{ (s)}}{\Delta F_e \text{ (s)}} = \frac{0,37}{1 + 9,82 S} \quad (10)$$

Estas ecuaciones corresponden respectivamente a las ecuaciones (2), (3) y (4).

Siempre que el flujo de H₂O se encuentre a estado de régimen estacionario por el recipiente se cumplirá que:

$$\bar{t} = 9,825 \pm 0,255 \text{ min}$$

es decir, la válvula regulará al valor medio del tiempo de residencia.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo muestran que la válvula regula una característica creciente del volumen de un líquido en un recipiente contra el flujo volumétrico de salida sin movimiento de sus partes mecánicas y haciendo uso de la propia energía del proceso. Por tanto, la válvula trabaja con gran confiabilidad y no necesita de instalaciones adicionales de energía para su funcionamiento.

Se verificó en el laboratorio la validez de la ecuación (7) para evaluar un valor de T constante. La importancia de este método se debe a que es aplicable para cualquier valor de flujo y hace uso del propio recipiente como recipiente aforado.

Los resultados experimentales mostraron la validez del programa en FORTRAN-10H para calcular los parámetros de la válvula. Se obtuvieron, entre otras, las expresiones específicas para el tanque que nos permiten determinar el flujo volumétrico de salida; el volumen total del líquido que ha transitado por el recipiente en un intervalo de tiempo dado, etcétera.

REFERENCIAS

1. GARCIA RENTÉ, M.: "Método y dispositivo para la regulación del tiempo de residencia". Patente de invención no. 20759, La Habana, 1979.
2. DENBIGH, K. G.: Teoría del reactor químico. Ed. Alhambra S.A., 1968.
3. LABORDE, C. A.: "Verificación experimental de un algoritmo de cálculo para una válvula". Trabajo de Diploma, Curso 1980-1981, ISMMMOa.