

2. Еникеев, Г.Г. Проектирование лопастных насосов: Учебное пособие/ Г.Г.Еникеев; Уфимск. Гос.авиацион. техн. ун-т.- Уфа: УГАТУ, 2005. – 97с.
3. Овсянников, Б.В. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей/ Б.В. Овсянников, Б.И. Боровский.- М.: Машиностроение, 1986.- 375 с.
4. Будов, В.М. Насосы АЭС: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 408 с.
5. Касьянов, В.М. Гидромашини и компрессоры: Конспект лекцій/ В.М.Касьянов, С.В.Кривенков, А.И.Ходырев, А.Г.Чернобыльский. - РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. – 166 с.
6. Ржебаева, Н.К. Расчет и конструирование центробежных насосов: учеб. пос. / Н.К. Ржебаева, Э.Е. Ржебаев. - Сумы : СумГУ, 2009. – 220 с.

УДК 62-82;62-85;658.286

Іванов М.І., к.т.н., професор, Шаргородський С.А., к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет, м.Вінниця, Україна

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ВИТРАТНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОБОЧИХ ВІКОН ЗОЛОТНИКОВИХ РОЗПОДІЛЬНИКІВ

Анотація. У статті розглянуті аспекти моделювання витратних характеристик дросельних вікон золотникових розподільників з врахуванням зміни режимів течії рідини, що виникають завдяки наявності значного додатного переміщення робочих кромки. Під час розробки математичних моделей гідравлічних агрегатів, а саме розподільників, клапанів, дросельних вузлів, виникає проблема максимально точного врахування витрат робочої рідини крізь дросельні кромки. Переміщення золотника може відбуватись у широкому діапазоні, що у свою чергу призводить до зміни режиму течії рідини. Математичні залежності що описують витрату рідини при ламінарному і турбулентному режимах течії відомі, але врахування витрати рідини при перехідному режимі роботи викликає певні складнощі. Авторами запропоновано алгоритм розрахунку витрат дозволяє одержати безперервну залежність для обчислення витрат рідини при переміщеннях золотника в заданому діапазоні.

Ключові слова: режим течії, золотниковий розподільник, робоча рідина.

Моделювання гідравлічних систем і їхніх елементів часто супроводжується проблемою коректного обліку витрат через дросельні вікна. Конструктивні особливості робочих вікон золотникових розподільників приводять до того, що змінюються режими течії робочої рідини в залежності від положення золотника. Відомо, що при $Re = 2300$ ламінарний режим течії рідини переходить у турбулентний, однак, як свідчить ряд досліджень, перехідна область між двома режимами значно ширше і знаходиться в межах $2300 < Re < 4000$, що ускладнює процес моделювання і точного опису процесу витікання рідини через дросельні вікна [1].

Дросельне вікно, характерне для золотникових розподільників, представлено на рис.1. Дане дросельне вікно знаходиться в закритому положенні. При цьому положенні золотника 2 рідина протікає через зазор (між розточкою у корпусі 1 і золотником 2).

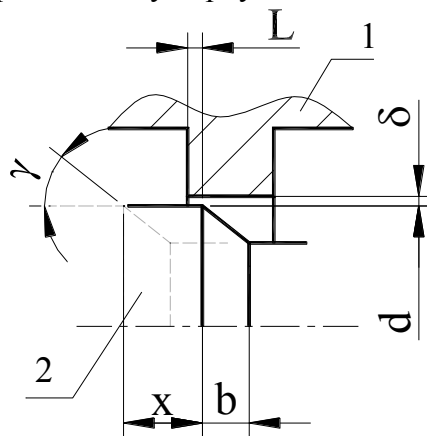


Рис. 1 – Схема робочого вікна золотникового розподільника

Величина зазору складає 6..8 мкм, у той час як величина перекриття L складає 0.5 мм, і рідина протікає через цю щілину в ламінарному режимі. При русі золотника 2 вліво величина перекриття зменшується, витрата відповідно збільшується. Як тільки величина X переміщення золотника стає більше L, відкривається конічна поверхня золотника, площа, через яку проходить рідина, збільшується і як наслідок, режим течії рідини змінюється.

Згідно [2] залежність витрати при ламінарному режимі течії рідини має вид:

$$Q_L = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot \delta^3 \cdot \Delta p}{12 \cdot \nu \cdot \rho \cdot (L - X)}, \quad (1)$$

де r - радіус золотника; δ - зазор у парі золотник – корпус; Δp - перепад тисків на дросельному вікні; ν - кінематична в'язкість; ρ - щільність робочої рідини; L - величина перекриття; X – координата золотника в сучасний момент часу.

Витрата рідини при турбулентному режимі течії, визначається залежністю[2]:

$$Q_T = \mu \cdot f(X) \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho}} \cdot \sqrt{\Delta p}, \quad (2)$$

де μ - коефіцієнт витрати; $f(X)$ - площа прохідного перетину дроселюючого пристрою, визначена як функція від координати золотника; ρ - щільність робочої рідини; Δp - перепад тисків на дросельному вікні.

Описаний характер зміни режиму течії робочої рідини в залежності від зміни відкриття робочого вікна золотника і відповідна зміна математичних залежностей, що описують дані процеси, вимагають коректного обчислення закономірностей зміни витрати робочої рідини через робоче вікно золотникової пари при зміні його відкриття. Перехід від використання формули (1) при визначенні витрати через вікно золотника до залежності (2) у залежності від величини перекриття робочих кромek (наприклад при $X=L$) може привести до розривного характеру залежності витрати через робоче вікно золотника (рис.2), що не відповідає реальним витратним характеристикам даного дроселюючого елемента. У зв'язку з цим пропонується наступний алгоритм розрахунку витрати робочої рідини через робоче вікно золотникового розподільника.

1. Перевіряється положення золотника для визначення фактичного перекриття робочих кромek вікна золотника.

2. У випадку якщо присутнє перекриття кромek золотника ($X \ll L$) визначення витрати виконується по формулі (1), оскільки в даному випадку режим течії рідини носить ламінарний характер, $Q = Q_L(X)$.

3. В умовах, коли ($X \gg L$) режим течії рідини має турбулентний характер і в цьому випадку його величина визначається по формулі (2), $Q = Q_T(X)$.

4. При проміжних між зазначеними значеннями перекриття робочого вікна золотника значення витрати розраховується по залежностях (1) і (2) і приймається до подальшого використання в розрахунках менше з отриманих значень, що забезпечує плавний безупинний характер зміни залежності витрати рідини через робоче вікно золотника у всьому можливому діапазоні зміни його відкриття.

З врахуванням приведеного вище алгоритму узагальнена залежність витрати робочої рідини крізь дросельну кромку має вид:

$$Q(X) = \begin{cases} Q_L(X), X < L \\ Q_T(X), X \geq L \\ Q_T(L), (Q_L(X) > Q_T(L)) \cup (X < L) \end{cases} \quad (3)$$

З врахуванням залежності (3) графік функції витрати робочої через дросельну кромку показаний на Рис.3.

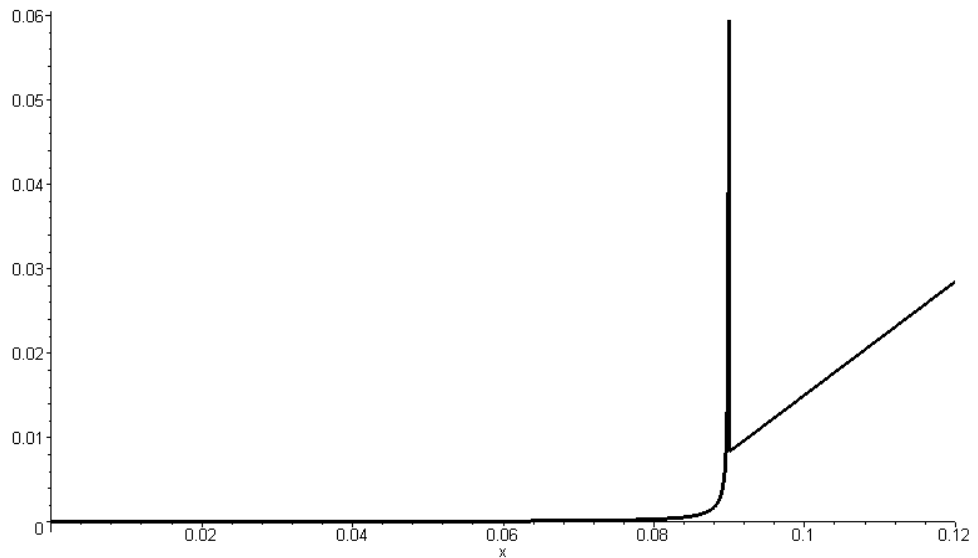


Рис. 2 – Залежність витрати робочої рідини крізь дросельну кромку без врахування перехідного режиму течії

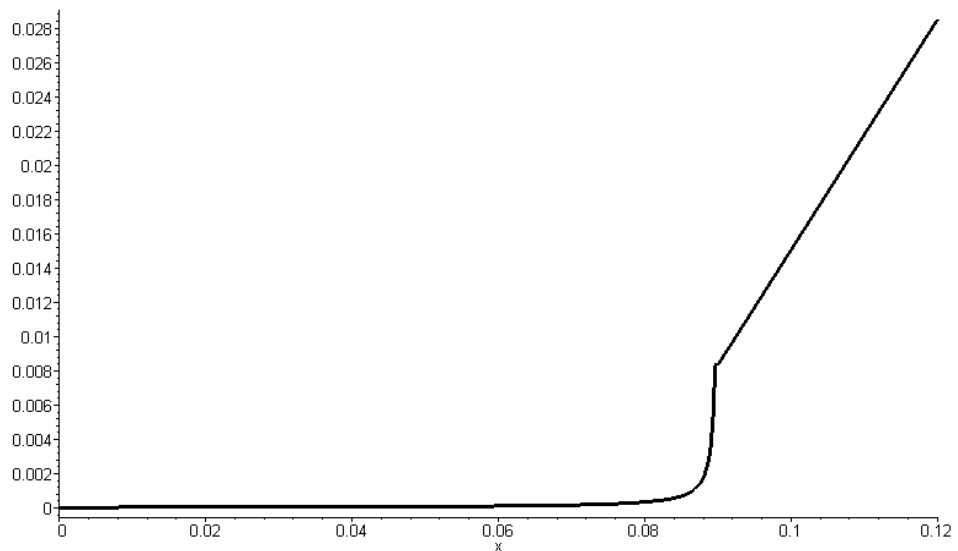


Рис. 3 – Залежність витрати робочої рідини крізь дросельну кромку з врахуванням перехідного режиму течії

Функція $Q(X)$ безперервна на всьому проміжку її існування. Така функція витрати легко програмується і може бути використана при математичному моделюванні роботи золотникових розподільників.

Список використаних джерел

1. Башта, Т.М. *Гидравлика, гидромашины и гидроприводы*. Учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др – М: Машиностроение, 1982 – 423 с.
2. Попов, Д.Н. *Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем*. М. “Машиностроение”, 1976 – 424с.