Diferentes estados verticales y sus conexiones en el flujo de Poiseuille plano bidimensional

Pablo S. Casas

Depto. de Matemática Aplicada I, Univ. Politécnica de Cataluña

http://www.ma1.upc.es/˜casas

Resumen

En la familia de los flujos sencillos, el flujo de Poiseuille plano (FPP) es uno de los problemas clásicos. Es un problema de ensayo donde es posible evaluar diferentes métodos numéricos y analíticos, debido esencialmente a la simplicidad de su geometría. Los experimentos de algunos autores (véase [1, 2, 4]) motivan la idea de que las perturbaciones de amplitud finita originan la transición de flujo laminar a turbulento. Saffman [5] conjeturó que esta transición depende de estados vorticales intermedios, entre los cuales cabe mencionar: ondas viajeras, flujos secundarios y flujos cuasiperiódicos. La comprensión de la dinámica del FPP alrededor de los estados vorticales es el objeto de nuestro estudio.

Este trabajo es la continuación de otros sobre el FPP (véase [6, 3]). En [3] se obtuvo la variedad inestable de soluciones inestables, periódicas o cuasiperiódicas en tiempo, y la conexión entre las distintas configuraciones del fluido (laminar, periódico, cuasiperiódico o incluso conjuntos más extraños) a las que daba lugar la variedad inestable. Esas configuraciones fueron obtenidas por medio de continuación de curvas que emanaban de varias bifurcaciones de Hopf en el diagrama de amplitudes. El análisis sólo se llevó a cabo para dos valores típicos del número de onda α ($\alpha = 2\pi/L$, siendo L la longitud periódica en la dirección de la corriente), a saber, $\alpha = 1'02056, 1'1$. Estos son dos valores especiales porque la solución laminar se inestabiliza al alcanzar el mínimo número de Reynolds ($Re = 5772'22, \alpha = 1'02056$), y es estable a perturbaciones infinitesimales para cualquier Re ($\alpha = 1'1$).

En la presente comunicación seguimos analizando la dinámica del FPP en dimensión 2 mediante métodos numéricos espectrales. Hemos mejorado el algoritmo numérico de continuación para acelerar los cálculos. Ello nos permite incrementar el número de modos espectrales y así obtenemos convergencia en el número y localización las de bifurcaciones de Hopf a soluciones más complejas. Asimismo consideramos un mayor conjunto de valores α, moviendo Re en un rango moderado. Para $\alpha \approx 0'92$ e inferiores, la bifurcación desde el flujo laminar cambia de subcrítica a supercrítica. Para estos α, al variar Re, encontramos nuevos cambios de estabilidad en la curva de flujos periódicos, pero no aparecen nuevas ramas de soluciones bifurcadas. Al mismo tiempo hemos estudiado las ramas de soluciones cuasiperiódicas y las conexiones entre los diferentes estados del fluido. La variedad inestable de algunas soluciones está conectada con una nueva familia de flujos cuasiperiódicos, que resulta ser distinta de las encontradas por continuación de curvas.

Sección en el CEDYA 2007: EDP

Referencias

[1] F. Alavyoon, D. S Henningson, and P. H. Alfredsson. *Turbulent spots in plane Poiseuille flow – flow visualization.* Phys. Fluids, **29** (1986), 1328–1331.

[2] D. R. Carlson, S. E. Widnall, and M. F. Peeters. *A flow visualization study of transition in plane Poiseuille flow.* J. Fluid Mech., **121** (1982), 487–505.

[3] P. S. Casas and À. Jorba. *Unstable manifold computations for the two-dimensional plane Poiseuille flow.* Theor. Comput. Fluid Dyn., **18**(2–4) (2004), 285–299.

[4] M. Nishioka and M. Asai. *Some observartions of the subcritical transition in plane Poiseuille flow.* J. Fluid Mech., **150** (1985), 441–450.

[5] P. G. Saffman. *Vortices, stability, and turbulence.* Ann. N. Y. Acad. Sci., **404** (1983), 12–24.

[6] I. Soibelman and D. I. Meiron. *Finite-amplitude bifurcations in plane Poiseuille flow: two-dimensional Hopf bifurcation.* J. Fluid Mech., **229** (1991), 389–416.