

7

Conclusão

Elementos finitos foram usados no sistema linear que descreve o problema de estabilidade. A discretização foi feita nas variáveis primitivas, permitindo que uma formulação para geometrias simples seja extensível para outras geometrias. O problema discreto de autovalor generalizado apresenta valores no infinito, o que dificulta a análise numérica. Um método baseado em transformações lineares, que realizam eliminações Gaussianas nas linhas e colunas da matriz original, é proposto e elimina os autovalores infinitos. Essa análise foi feita em escoamentos paralelos Newtonianos uni e bidimensionais e ainda em um escoamento de líquido viscoelástico. O ganho computacional é relevante. No escoamento 1D o ganho de tempo foi em torno de 30 vezes e o problema transformado tem um terço da dimensão do original. No caso 2D, a dimensão foi reduzida por um fator de quatro. Contudo, ainda estamos trabalhando nesse caso, pois o espectro transformado apresenta uma instabilidade numérica provavelmente associada à inversão dos blocos na formação das transformações propostas. É curioso, porém, que o método de Newton, ao calcular a solução do escoamento permanente, utiliza a inversa da matriz jacobiana original que tem o condicionamento na mesma ordem de grandeza que o dos blocos a serem invertidos nas transformações. No escoamento de Couette com líquido de Maxwell, as transformações foram um sucesso. Observou-se um ganho de um fator de 50 no tempo e a dimensão do problema reduzido é um quinto da dimensão do original. As principais vantagens do novo método são:

- elimina os autovalores no infinito sem precisar de técnicas de preconditionamento que são computacionalmente custosas;
- reduz a dimensão do problema de autovalor sem perder precisão nos casos unidimensionais;
- a matriz massa reduzida não é singular permitindo que o problema generalizado seja transformado em um clássico.

- Nenhuma informação do autoespaço é perdida, uma vez que além de encontrar os autovalores, a partir do autovetor reduzido pode-se reconstruir o original.

Esse método pode ser adaptado, como foi do caso Newtoniano para o viscoelástico, para qualquer análise linear de estabilidade que tenha alguma restrição, não se limitando apenas á hidrodinâmica. Problemas de vibrações e sistemas elétricos são exemplos onde esse tipo de análise pode ser feito.

No caso não Newtoniano revelações sobre os autovetores sugerem novos espaços de funções base a serem explorados. A presença de parte do espectro contínuo exige uma análise numérica mais elaborada.

Esse estudo abre portas para muito trabalho no futuro. Entre eles, um estudo das possíveis funções base para o caso de líquidos viscoelásticos, a continuação do caso bidimensional. Um próximo passo depois da análise de escoamentos bidimensionais com líquidos Newtonianos seria generalizá-la para líquidos viscoelásticos.