

ESTUDIO COMPUTACIONAL DEL FLUJO A TRAVÉS DE SELLOS LABERINTO USADOS EN TURBINAS DE GAS

Edilson Sarmiento Alonso (1), Wilfredo Montealegre Rubio (2)

1. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Colombia, esarmientoa@unal.edu.co;
2. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Colombia, wmontalegrer@unal.edu.co.

Palabras clave: desempeño de sellos laberinto, estudio por CFD de sellos laberinto, flujo másico en sellos laberinto, sellos rotatorios de separación, sellos en turbinas de gas, simulaciones computacionales de sellos.

Introducción

En las turbinas de gas se encuentran diversos componentes rotativos con distintas funciones. Uno de estos componentes tiene la función de separar dos regiones a distintas presiones del fluido de trabajo, y se denominan sellos laberinto (SL). Estos sellos son anulares, rotatorios y posee una geometría que produce un camino tortuoso para el fluido, induciendo cambios en su presión a lo largo de éste. Un tipo de sello son los sellos laberinto rectos, los cuales pueden ubicarse en el estator. Otro tipo de sellos son los denominados por etapas, los cuáles se ubican tanto en el estator como en el rotor. La elección del tipo de sello depende de consideraciones de fabricación, montaje y características del flujo buscadas, con lo cual resulta pertinente evaluar el comportamiento del sello antes de su fabricación y montaje. En el presente trabajo se estudia el flujo a través de dos SL tipo recto y por etapas, a través de la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD por sus siglas en inglés), para evaluar su desempeño. En este documento se describe la metodología usada, los resultados obtenidos y finalmente su discusión.

Métodos

Se realizaron simulaciones por CFD usando el software COMSOL Multiphysics ® 6.0 en el módulo de Flujo Turbulento. El modelo de turbulencia usado fue SST (Shear Stress Transport), en estado estacionario, para flujo compresible y sin tener en cuenta efectos térmicos ni gravitatorios. El dominio de simulación es el espacio entre el sello y el rotor. El problema se modeló como axisimétrico (2D) sin tener en cuenta la rotación del eje. Se simularon dos configuraciones del sello, a saber: recta (1: en el estator) y por etapas (2: en el estator y el rotor). La configuración de los parámetros de operación del sello, condiciones de frontera, propiedades físicas y demás variables del problema se muestran en la Tabla 1. Se usó una malla estructurada con cuadriláteros de segundo orden para velocidad y primer orden para presión, de ~70000 elementos.

Tabla 1. Parámetros de operación de los SL a estudiar.

Parámetro	Valor	Unidades	Ref.
Presión p_1	207000	Pa	[Tyacke et al., 2021]
Presión p_2	101342	Pa	
Temp. T_1	294.95	K	
Sustancia	Aire	-	-
Densidad ρ_1	1.2	kg/m^3	-
Tipo de malla	Estructurada	-	-
Dimensión	2D	-	-
Tipo de flujo	Turbulento	-	-

Resultados

Se obtuvo el campo de velocidades y líneas de corriente para las configuraciones 1 y 2 del SL, así como el campo de presiones a lo largo de éste (ver

Figura 1 y Figura 2). Se calculó el flujo másico a la salida del sello para ambas configuraciones y el resultado se observa en la Tabla 2.

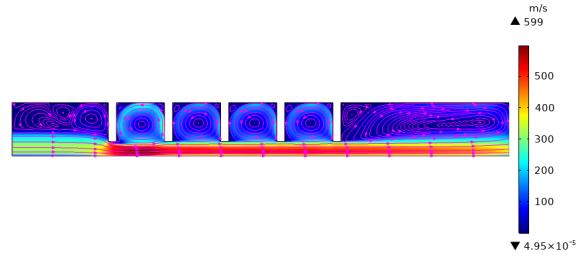


Figura 1. Campo de magnitudes de velocidad y líneas de corriente en la configuración 1.

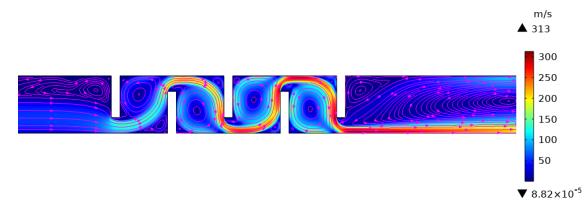


Figura 2. Campo de magnitudes de velocidad y líneas de corriente en la configuración 2.

Tabla 2. Comparación de flujo másico en los dos SL.

Configuración SL	Flujo másico a la salida promedio [kg/s]
1 (Recto)	0.2287
2 (Por etapas)	0.0539
Diferencia (2 vs. 1)	-76%

Discusión

Se observó que el flujo presenta un camino más tortuoso en el SL por etapas e induciendo menor aceleración del flujo respecto al SL recto. El SL recto produce una caída abrupta de presión a la entrada, con un posterior incremento y caídas consecutivas, mientras que el SL por etapas produce una caída de presión escalonada. En la tabla 2 se evidencia que el SL por etapas presenta un 76% menos de fugas (flujo másico) que el sello recto, con lo cual se establece que el sello por etapas tiene mejor desempeño.

Referencias

Flitney R. K., *Seals and Sealing Handbook*, 6a ed. Butterworth-Heinemann, 2014.

Tyacke J. C., Dai Y., Watson R., y Tucker P. G., "Design optimisation of labyrinth seals using LES", *Math. Model. Nat. Phenom.*, vol. 16, p. 2, 2021, doi: 10.1051/MMNP/2020056.