

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Facultad de Ingeniería Civil

Departamento de Ingeniería Mecánica

Profesores Patrocinantes

Emilio Dufeu Delarze (Patrocinante)

Alfredo Devenin Gambero (Co-Patrocinante)

“ESTUDIO DE ESFUERZOS EN LA UNIÓN DE CABEZALES DE EQUIPOS A PRESIÓN”

Giancarlo Beneventi Ducommun

Informe de Memoria de Título para optar al Título de

Ingeniero Civil Mecánico

Mayo 2000

A) SUMARIO

El objetivo del trabajo fue: En un equipo presurizado, determinar los niveles de esfuerzo producidos en la zona de unión del cabezal con el manto cilíndrico, para tres diferentes formas constructivas del cabezal, que son:

- Esférico.
- Elíptico, de razón eje mayor-eje menor 2:1. (Complemento: Razón Variable)
- Torisférico. (Complemento: Razón de Radios Variable)

Se investigó previamente la existencia de información bibliográfica al respecto, que sirvió de referencia para el estudio.

Se modeló el problema, para los tres casos propuestos, y se resolvió numéricamente mediante el método de los elementos finitos, utilizando el programa Samcef.

De la información bibliográfica se concluyó, en general, que las soluciones matemáticas propuestas por diferentes investigadores aproximan bien a la solución, aunque hay discrepancias entre algunas de ellas, y a medida que la aproximan mejor, son de mayor complejidad. Paralelamente, lo regular de las geometrías del problema facilitó el camino hacia el planteamiento de un estudio numérico como alternativa para la obtención de la solución.

En la resolución numérica fueron obtenidos los resultados para los esfuerzos máximos de Von-Mises en el espesor de pared, en función de la posición geométrica axial en el equipo. Luego se compararon con los que se obtuvo de la bibliografía [1], [2], y con lo propuesto por el Código ASME [3].

Las conclusiones más importantes fueron:

- La ubicación del esfuerzo máximo de Von-Mises en el espesor de pared no está en la línea de unión manto-cabezal en ninguno de los tres casos considerados.

- De las tres configuraciones, la que logró el menor esfuerzo máximo es la esférica, que además fué la más gradual al ir aumentando desde el cabezal al manto cilíndrico, sin concentradores de esfuerzos.
- De las tres configuraciones, la que logró el mayor esfuerzo máximo, y por tanto, la de menor calidad, fué la torisférica, que además presentó el mayor gradiente de esfuerzo desde el manto cilíndrico hacia el cabezal, al presentar una zona de concentración de esfuerzos.
- El caso elíptico es un intermedio entre el esférico y el torisférico, pero más cercano al primero, ya que logró un esfuerzo máximo superior al esférico, pero muy inferior al torisférico, mientras que al ir aumentando desde el manto cilíndrico hacia el cabezal presentó una zona de concentración de esfuerzos.
- En el manto cilíndrico se verificó numéricamente que, a una cierta distancia de la zona de unión, las distribuciones de esfuerzos son iguales, independientemente del tipo de cabezal utilizado, lo que es coherente con la teoría.
- Los resultados obtenidos numéricamente se aproximaron bien a la curva experimental. El esfuerzo máximo real fué sobrevalorado por el resultado numérico, por lo que al diseñar un equipo numéricamente, éste resulta sobredimensionado en un 8.3 % en el esfuerzo máximo de Von-Mises.
- Las recomendaciones del Código ASME [3] para diseñar equipos a presión son acertadas ya que aúnan el aspecto teórico con el experimental. Los resultados entregados por este código resultaron ser conservativos.

B) ÍNDICE

Tema	Pág.
A) SUMARIO	2
B) ÍNDICE	4
C) INTRODUCCIÓN	6
C. 1) ALCANCES	6
C. 2) ANTECEDENTES	6
D) DESARROLLO	8
D. 1) ANÁLISIS EMPÍRICO INICIAL	8
D. 1. 1) CONSIDERACIONES GENERALES	8
D. 2. 2) DATOS UTILIZADOS	9
D. 2. 3) RESULTADOS	11
D. 2. 4) OTRAS FORMAS DE ANÁLISIS	12
D. 2) ANÁLISIS CLÁSICO	13
D. 2. 1) MANTO CILÍNDRICO	13
D. 2. 2) CABEZALES	14
D. 2. 3) UNIÓN MANTO-CABEZAL	18
D. 2. 4) LIMITACIONES Y ALCANCES	22
D. 3) ANÁLISIS NUMÉRICO	22
D. 3. 1) MODELACIÓN	23
D. 3. 1. 1) Cabezal Esférico	24
D. 3. 1. 2) Cabezal Elíptico	25
D. 3. 1. 3) Cabezal Torisférico	26
D. 3. 2) RESULTADOS	27
D. 3. 2. 1) Cabezal Esférico	27
D. 3. 2. 2) Cabezal Elíptico	32
D. 3. 2. 3) Cabezal Torisférico	35
D. 3. 2. 4) Análisis Comparativo	38
D. 3. 2. 5) Cabezal Elíptico de Razón $k = a:b$ Variable	43
D. 3. 2. 6) Cabezal Torisférico de Razón $w = A:Z$ Variable	44

E) DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	46
E. 1) CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS NUMÉRICOS	46
E. 1. 1) CONCLUSIONES PARA CADA CASO	46
E. 1. 2) CONCLUSIONES GENERALES	46
E. 2) CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS COMPARATIVOS	47
F) BIBLIOGRAFÍA	48
G) ANEXOS	49
G. 1) CABEZAL ESFÉRICO	49
G. 2) CABEZAL ELÍPTICO	51
G. 3) CABEZAL TORISFÉRICO	53