

Índice de contenidos

Índice de símbolos y abreviaturas	vii
Resumen	xv
Abstract	xvii
1. Introducción	1
1.1 Generadores de vapor: aspectos generales.....	1
1.2 Tubos de generadores de vapor: materiales y fabricación.....	3
1.3 Mecanismos de degradación de TGVs.....	6
1.4 Evaluación de la integridad estructural de TGVs.....	7
1.5 Motivación y objetivos de la Tesis.....	10
1.6 Organización de la Tesis.....	11
2. Introducción a la técnicas de estudio	13
2.1 Conceptos de mecánica de fractura.....	13
2.1.1 Mecánica de fractura lineal elástica (MFLE).....	14
2.1.2 Mecánica de fractura elastoplástica (MFEP).....	15
2.1.3 Determinación experimental de la tenacidad a la fractura: curvas R	16
2.2 Interrelación de los aspectos experimentales y numéricos abordados.....	18
2.2.1 Equipamiento experimental utilizado.....	20
2.2.2 Metodología numérica empleada.....	21
3. Probetas de fractura obtenidas de tubos de generadores de vapor	23
3.1 Tubos de generadores de vapor estudiados.....	23
3.1.1 Ensayos de tracción.....	25
3.2 Probetas de fractura no normalizadas para TGVs.....	27
3.2.1 Antecedentes de probetas de fractura obtenidas de tubos de dimensiones reducidas.....	28
3.2.2 Probetas para el estudio de la tenacidad a la fractura de TGVs.....	30

3.2.3 Fabricación de las probetas de fractura.....	34
3.3 Resumen del capítulo.....	36
4. Curvas de resistencia J-R para tubos de generadores de vapor	37
4.1 Curvas de resistencia J - R	37
4.1.1 La integral J	39
4.1.2 Determinación experimental de J para una fisura estacionaria: método del factor η	41
4.1.3 Existencia y unicidad del factor η	42
4.1.4 Corrección de J por crecimiento estable de fisura.....	44
4.2 Análisis numéricos del factor η	45
4.2.1 Generalidades de los modelos numéricos empleados.....	45
4.2.1.1 Estimación numérica de J y su dependencia con el contorno de integración.....	47
4.2.1.2 Singularidad en la punta de la fisura.....	50
4.2.1.3 Variación de J en el espesor de la probeta.....	51
4.2.1.4 Uso de no linealidad geométrica.....	53
4.2.2 Método para la estimación del factor η	54
4.2.3 Ensayos con bajo <i>constraint</i> : limitaciones del factor η	56
4.2.4 Resultados del factor η para las probetas propuestas.....	58
4.2.4.1 Definición alternativa de η_{LLD} para configuraciones de bajo <i>constraint</i>	61
4.2.4.2 Factores η_{LLD} y η_{CMOD} : resultados numéricos y comparación con bibliografía.....	63
4.3 Resumen de los resultados numéricos.....	68
4.4 Resumen del capítulo.....	69
5. Medición de extensión estable de fisura	71
5.1 Fisura inicial.....	71
5.2 Métodos de medición de extensión estable de fisuras.....	74
5.2.1 Método óptico.....	74
5.2.1.1 Prefisuras con frentes no normales a la superficie de la probeta.....	76
5.2.1.2 Tunelado y definición de longitud efectiva de fisura.....	77

5.2.1.3 Ensayos de tunelado y validación del método óptico.....	79
5.2.2 Método de normalización.....	82
5.2.2.1 Validación del método de normalización.....	84
5.2.3 Métodos de descargas parciales y de caída de potencial eléctrico.....	85
5.3 Resumen del capítulo.....	88
6. Resultados experimentales: curvas J-R para tubos de generadores de vapor	89
6.1 Descripción de los ensayos de fractura.....	89
6.2 Curvas J - R : estudios preliminares.....	92
6.2.1 Comparación entre curvas J - R con η_{LLD} y η_{CMOD}	92
6.2.2 Efecto del <i>constraint</i>	94
6.2.3 Deformación y distorsión geométrica de las probetas.....	95
6.3 Curvas J - R para análisis de integridad de TGVs fisurados.....	98
6.3.1. Curvas J - R para fisuras circunferenciales.....	100
6.3.2 Curvas J - R para fisuras longitudinales.....	101
6.3.3 Efectos del material y la anisotropía en las propiedades de fractura.....	102
6.4 Validez de las curvas J - R	103
6.5 Comparación con resultados publicados.....	106
6.6 Resumen de propiedades de fractura de TGVs.....	108
6.6.1 Extrapolación de las curvas J - R	108
6.6.2 Definición de la tenacidad a la fractura con un único parámetro.....	111
6.7 Resumen del capítulo.....	113
7. Análisis de integridad estructural de tubos de generadores de vapor fisurados	115
7.1 Análisis de integridad estructural basados en el método FAD.....	116
7.1.1 La metodología FAD.....	116
7.1.2 Opciones del FAD.....	119
7.1.3 Opciones del FAD para TGVs.....	121
7.2 Evaluaciones de integridad estructural de TGVs: hipótesis básicas.....	126
7.2.1 Modos de falla de TGVs fisurados.....	126
7.2.2 Cargas primarias y secundarias en TGVs.....	127

7.2.3 Estados de cargas postulados para TGVs.....	127
7.2.4 Hipótesis consideradas para los análisis de integridad estructural de TGVs...	128
7.3 Aplicaciones del método FAD para análisis de integridad de TGVs.....	132
7.3.1 Análisis de tensiones primarias y secundarias: efecto de las tensiones térmicas.....	132
7.3.2 Modos de falla de TGVs fisurados: comparación con datos experimentales...	134
7.3.3 Comparación del criterio del “40%” con predicciones del método FAD.....	137
7.3.4 Análisis de inestabilidad dúctil basados en el método FAD.....	138
7.4 Resumen del capítulo.....	142
8. Conclusiones	145
Agradecimientos	149
Referencias	151
Publicaciones en revistas científicas	157
Presentación en congresos	157