

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2020

MEMORIA DEL PROYECTO Nº 05

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: Nuevos aceros para el micromecanizado

Investigador/a/es responsable/es: Covadonga Betegón Biempica

Tfno: 985182229

E-mail: cova@uniovi.es

Otros investigadores: Emilio Martínez Pañeda (Imperial College), Inés Peñuelas, Rebeca Fernández Sousa, Lucas Castro García (estudiante)

Empresas o instituciones colaboradoras: Arcelor Mittal, KHIS Group

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

La tendencia de diseño hacia la miniaturización en un gran número de productos actuales ha supuesto una revolución en el ámbito de las tecnologías de micro-fabricación (fabricación de productos en la escala micro, de 1 a 999 μm), tanto en el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías como en la adaptación y optimización de las tecnologías convencionales de mecanizado para cumplir con las exigencias dimensionales, de precisión, etc.

El objetivo de este proyecto es estudiar nuevos aceros para el microconformado, pues es sabido que debido al pequeño tamaño de las piezas aparecen los denominados efectos de escala, de tal forma que en la escala micro el material es notablemente más "duro". En este proyecto, se pretende estudiar el cambio de comportamiento de aceros habitualmente conformables cuando se someten a micromecanizado.

Partiendo en primer lugar de un modelo de Gurson completo, en el que se considera como variable de estado del modelo además de la deformación plástica, el daño del material, se implementó una de las más recientes extensiones del mismo. Dicha extensión fue propuesta por K.Nashshon y J.W.Hutchinson y se caracteriza por hacer al modelo más eficiente en estados de cortadura simple y compuesta, es decir, esta extensión es capaz de predecir el crecimiento de microhuecos originado en estados de cizalladura, cuando el parámetro de Lode es muy bajo. Implementando dicha extensión en una subrutina UMAT se realizaron estudios para evaluar la eficiencia de la misma y del algoritmo de resolución del modelo. Para ello, se compararon los resultados obtenidos con valores reales obtenidos de simulaciones tanto en 2D como 3D y se concluyó que la extensión del modelo de Gurson era muy eficiente para un amplio rango de estados de carga.

Una vez definida e implementada la extensión del modelo de Gurson, se estudió la incorporación de un nuevo criterio de plasticidad a dicha extensión. Dicha plasticidad se denomina Strain Gradient Plasticity y mediante este criterio de plasticidad se incorporaron a la extensión del modelo completo los efectos de escala propios de los materiales pequeños

de acero. Usando como referencia la implementación de SGP propuesta por C.F.Niordson se desarrolló una subrutina UMAT en la que se implementó dicho criterio de plasticidad.

Además, se observó que K.Nashshon y J.W.Hutchinson a la hora de implementar su modelo añaden de manera fenomenológica un término de crecimiento del tamaño de los poros de los aceros(daño). En las implementaciones realizadas a lo largo de este proyecto se estudió si es necesario añadir un pre-factor a dicha contribución de crecimiento de microhuecos a la hora de incorporar al modelo Strain Gradient Plasticity.

Una vez implementada la extensión del modelo de Gurson incorporando Strain Gradient Plasticity, se realizaron los cálculos y comparativas pertinentes para evaluar su eficiencia. Para ello, se observaron cómo los datos obtenidos mediante las simulaciones de la implementación del modelo obtenido, coincidían con los valores reales obtenidos también mediante simulaciones para un amplio rango de estados de carga en donde, tanto la triaxialidad como el parámetro de Lode fueron dos factores a tener en cuenta a la hora de realizar el estudio de la eficiencia del modelo final obtenido.

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

El objetivo principal de este proyecto es el de estudiar la posibilidad de desarrollar materiales que permitan aumentar la micro-conformabilidad de los aceros. Para ello, se ha desarrollado un modelo de comportamiento del material que es capaz de reproducir fielmente tanto el efecto de escala como la fractura final del material. Gracias a este modelo se dispondrá de una extensión completa del modelo de Gurson eficiente en estados de cizalladura y para elementos muy pequeños, donde es necesario tener en cuenta el efecto plástico de escala, lo que supondría la obtención de una extensión del modelo de Gurson aún no estudiada por la comunidad científica

2.3 Tareas realizadas

1. Implementación de la extensión del modelo de Gurson propuesta por K.Nashshon y J.W.Hutchinson en una subrutina UMAT de ABAQUS. Estudio de la eficiencia de la misma para diferentes estados de carga representados mediante el parámetro de Lode y la triaxialidad y simulados mediante una subrutina MPC de ABAQUS también implementada.
2. Incorporación de Strain Gradient Plasticity al modelo anteriormente implementado en una subrutina UMAT de ABAQUS. Estudio de la eficiencia de la misma para diferentes estados de carga representados mediante el parámetro de Lode y la triaxialidad y simulados mediante una subrutina MPC de ABAQUS también implementada.
3. Estudio de un pre-factor que tenga en cuenta los efectos plásticos de escala en el modelo implementado por K.Nashshon y J.W.Hutchinson y posterior evaluación de su sensibilidad.
4. Desarrollo final de un modelo de Gurson completo incorporando la influencia del ablandamiento por cizalladura y el efecto plástico de escala con aplicaciones al micromecanizado.

2.4 Resultados obtenidos

La implementación del modelo de fractura dúctil basado en Gurson, incluyendo las extensiones para cizalladura y efectos plásticos de escala, se han validado cuantitativamente (cuando existen resultados disponibles) y cualitativamente (en el caso más general, donde el modelo constituye una novedad).

2.5 Trabajos o necesidades futuras

Como trabajo futuro se plantea el desarrollo de un modelo generalizado de transición dúctil-frágil, que siga la estructura de los modelos de transición dúctil-frágil empleados para en análisis de clivaje en aceros ferríticos a pequeña escala y baja temperatura.

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

Se está trabajando en la redacción de un artículo para ser publicado en revistas indexadas JCR.

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-05-GIJÓN-2020.	2000			
Otras fuentes	Referencia proyecto/contrato				
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	Lucas Castro García			
	Tareas	Desarrollo de modelos para fractura dúctil.			
	Período	Septiembre a Diciembre 2020			