

FICHAS RESUMEN TESIS DOCTORALES

E.T.S.I AGRÓNOMOS

TÍTULO: Creación de modelos para la simulación de silos por el método de los elementos finitos y análisis de los empujes estáticos del material almacenado

AUTOR: Manuel Guaita Fernández

FECHA DE LECTURA: febrero 1996

RESUMEN

Esta tesis aporta la creación de modelos de silos en elementos finitos automatizados y, apoyándose en la validación de los mismos, investiga la influencia que en los empujes tiene la variación de los parámetros que intervienen en el cálculo. Para ello, y tras una descripción de las teorías clásicas de empujes del material almacenado y de los métodos de cálculo que actualmente existen en la normativa internacional, incluido el Eurocódigo 1 Part 4 "Actions on silos and tanks", y de cómo han planteado otros equipos de investigación esta metodología, se analizan los programas basados en el M.E.F. más importantes que hay en el mercado y se selecciona el programa ANSYS 5.0 como el más idóneo para los fines propuestos.

Para el estudio de silos con fondo plano, se propone un modelo de silo cilíndrico axilsimétrico, y se simula el rozamiento contra una pared rígida. Se estudian los tipos de elementos más adecuados, el tipo de mallado y la distribución del error en la discretización, proponiendo un mallado progresivo más denso hacia la base. Finalmente se obtiene una representación de las presiones tanto en la pared como en el interior y se dibujan las curvas de empujes, comparándolas con las obtenidas con los métodos clásicos y las normas internacionales, validando el modelo. El análisis se desarrolla tanto en el supuesto inicial de comportamiento elástico del material granular, como en el posterior planteamiento elastoplástico de Drucker-Prager.

De las investigaciones efectuadas se concluye, entre otros, que la plastificación aumenta para valores menores del ángulo de rozamiento interno, aumentando el empuje. El valor del ángulo de dilatación no tiene influencia significativa aun tomando los valores extremos. Los empujes aumentan incluso al doble para valores altos del coeficiente de Poisson.

También modeliza la pared del silo utilizando dos tipos de elementos. Los estudios se hacen tanto para pared de hormigón armado como para pared metálica, y se observan las distribuciones de las zonas plastificadas, los valores de tracción, compresión y momentos en la pared, junto con las deformaciones. De dicho estudio se concluye que es suficiente modelizar con pared rígida para silos de hormigón armado, a menos que interese un análisis de la pared con elementos específicos de hormigón. Para silos metálicos, a menor espesor de chapa menor empuje en la pared. Esto sucede, sobre todo, para valores altos del ángulo de rozamiento interno. En cambio, un descenso en el valor de dicho ángulo plastifica el grano, el empuje aumenta y se iguala, con independencia del valor que tome el espesor.

También se crean modelos de silos cilíndricos con tolvas. En ellos se estudia cómo se debe simular el elemento de rozamiento en la unión silo-tolva, y cómo se debe efectuar correctamente el mallado, debiendo ser progresivo hacia el punto de unión silo-tolva. El resultado de la presión de pico coincide con el valor propuesto por la teoría más conservadora que es la norma DIN. En cambio, nada más descender desde el punto de unión silo-tolva hacia la boca de salida, la reducción de empujes es muy brusca, dando el M.E.F. valores de empujes menores en el resto de la tolva, que lo que proponen todas las teorías y normas estudiadas. Los resultados de los empujes en la tolva obtenidos con el M.E.F. coinciden en la forma con los que resultan de aplicar la ecuación de Janssen a un canal convergente.

En la unión silo-tolva, la dilatación ya sí comienza a tener una influencia significativa, llegando a unas diferencias de valores en los empujes en dicho punto de hasta un 16% sobre el empuje que se obtiene si se considera dilatación nula.

Finalmente se comprueba que de todos los parámetros estudiados, el coeficiente de Poisson es el de mayor influencia, por lo que se propone para futuras investigaciones intentar acotar el valor que puede tomar para granos.

Esta tesis y los modelos automatizados realizados en ella, abren las puertas y son la base para estudios por E.F. de abolladuras, pandeos, refuerzos, análisis dinámicos y sobrepresiones de vaciado, que son del máximo interés y cuyo análisis será factible con la utilización de este método de cálculo.