

Mehrkörpersysteme mit flexiblen Körpern

Sollen bei der Dynamikberechnung flexibler Strukturen sowohl die Vorteile der MKS- als auch der FEM-Berechnung genutzt werden, bietet sich die Einbindung flexibler Körper in die MKS-Berechnung an, wobei durch die Einführung von Modalkoordinaten den großen, nichtlinearen Starrkörperbewegungen die kleinen, weitgehendst linear beschreibbaren Deformationen der elastischen Verzerrungen überlagert werden. Die Autoren Richard Schwertassek und Oskar Wallrapp des neu erschienenen Buches Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme haben es sich zur Aufgabe gestellt, eine möglichst vollständige Einführung in die theoretischen Grundlagen dieses Verfahrens zu geben.

Beide Autoren haben sich bereits mit der Entwicklung von Mehrkörper-Simulationsprogrammen (MULTIBODY, MEDYNA) und der Beschreibung elastischer Körper auf internationaler Forschungsebene einen Namen gemacht. Die objektorientierte Beschreibung standardmäßig benötigter Daten flexibler Körper im sog. Standard Data Input Datensatz, wie sie in den Mehrkörperprogrammen NEWEUL und SIMPACK verwendet werden, wurde von Oskar Wallrapp entwickelt.

Das Buch Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme bleibt an keiner Stelle an der Oberfläche der Problemstellungen hängen. Bereits in der Einleitung zeigt die umfassende Darstellung der neueren Entwicklungen in der Mehrkörperdynamik die Kompetenz der Autoren. Im zweiten Kapitel werden, wie in einem Lehrbuch, die Grundlagen der linearen und nichtlinearen Elastizitätstheorie systematisch auf über 60 Seiten dargelegt.

Das dritte Kapitel ist den Prinzipien der Mechanik gewidmet, die zur Formulierung der Bewegungsgleichung von MKS-Systemen Anwendung finden. Dabei werden die Differentialprinzipie und das Integralprinzip auf die Bewegungsgleichungen von Kontinua mit inneren und äußeren Bindungen angewandt.

Das vierte Kapitel beschäftigt sich mit der mathematischen Modellierung von Balken als elastisches Kontinuum, wobei jene Effekte berücksichtigt werden, die sich aus einem beschleunigt bewegten Bezugssystem (z.B. Erhöhung der Steifigkeit infolge von Zentrifugalkräften) und aus nominellen äußeren Lasten (geometrische Steifigkeiten aus Gleichgewichtsbedingungen am verformten Balken) ergeben.

Nach all den theoretischen Vorarbeiten beginnt im sechsten Kapitel die eigentliche Themenstellung des Buches, nämlich die Mehrkörpersysteme. In einigen hundert Formeln wird nochmals ein mathematisches Feuerwerk zur Aufführung gebracht, das den Stand der Forschung auf dem Gebiet der Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme darlegt. Abrupt endet der Hauptteil des Buchs mit der MKS-Analyse eines Schubkurbelgetriebes mit flexibler Kurbel- und Koppelstange. Wohl ein Zeichen dafür, daß sich die beiden Forscher noch einiges vorgenommen haben, bevor sie den Zeitpunkt sehen, ein endgültiges Schlußwort zu schreiben, mit dem der Abschluß der Forschungsarbeiten zum Thema der flexiblen Mehrkörpersysteme zum Ausdruck gebracht werden kann. Also blättert man zurück und läßt sich Vorwort

und Einleitung nochmals auf der Zunge zergehen. Das Schlußwort wird wohl einer englischsprachigen Publikation vorbehalten sein. Zu Kapitel 6 gehört auch die Definition des den SIMPACK-Anwendern wohlbekannten objektorientierten Datensatzes Standard Input Data (SID-File) zur standardisierten Beschreibung flexibler Körper innerhalb eines Mehrkörpersystems. Für die im Buch durchgearbeiteten Beispiele elastischer Balken und Balkenstrukturen wird die Bestimmung der Matrizen der einzelnen Datenobjekte erläutert.

Im Anhang werden die verwendeten Symbole und Bezeichnungsregeln sowie die Grundregeln der Vektorrechnung und des Rechnens mit den korrespondierenden Koordinaten eingeführt. Das Literaturverzeichnis beinhaltet sowohl die wesentlichen Werke zur Darlegung der Grundlagen der Mechanik als auch alle relevanten Arbeiten auf dem Forschungsgebiet der flexiblen Mehrkörpersysteme. Ein ausführliches Sachwortverzeichnis mit etwa 450 Begriffen rundet das Werk ab. Es ist eine wertvolle Hilfe, so daß dieses Buch schon fast als Nachschlagewerk für den MKS-Anwender angesehen werden kann.

Durch die Kapitel 4 bis 6 ziehen sich die durchgerechneten Beispiele eines geraden Balkens und einer Balkenstruktur, so daß dem Leser die Probleme der Diskretisierung und der Wahl der Ansatzfunktionen verdeutlicht werden. Die in den Kapiteln 5 und 6 präsentierten Beispiele können zur Vertiefung des Verständnisses mit Mathematica nachvollzogen werden. Die zugehörigen Datenfiles sind im Internet unter <http://www.vieweg.de/downloads> zum Download bereitgestellt. Das Buch kann unter der Home-

page des Buchverlags direkt bestellt werden.

Studenten und Ingenieure, die sich mit der Simulation von Mehrkörpersystemen befassen, ist dieses Buch eine wertvolle Hilfe, sofern die Bereitschaft gegeben ist, tiefer in die Materie einzusteigen. Für den Ingenieur, der die Simulation der Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme nicht nur als Black-Box Problem betrachten will, ist dieses Buch ein absolutes Muß. Das Buch nimmt in seiner Allgemeinheit nur in wenigen Absätzen direkten Bezug auf SIMPACK, dennoch sind wesentliche Teile im Umfeld von SIMPACK entstanden, wobei die mit Mathematica durchgerechneten Aufgabenstellungen als Referenzbeispiele zur Verifikation der programmtechnischen Umsetzung in SIMPACK angesehen werden können.

