SERVICE NEWSLETTER

CADFEM

Ausgabe: 11 / 2005

Berücksichtigung der Corioliskraft bei Modalanalysen

Problem:

Bei schnell laufenden Maschinen treten Eigenfrequenzen im Bereich der Drehzahl auf. Die Eigenformen führen zu einer Bewegung der rotierenden Teile, deren Geschwindigkeitsvektor senkrecht zur Rotationsachse steht, wodurch die sogenannte Corioliskraft entsteht. Dieser Effekt konnte bisher nur dadurch berücksichtigt werden, daß die entstehenden Kreiselkräfte über den ganzen Umfang mit dem Abstand zur Drehachse multipliziert und aufsummiert wurden zum Kreiselmoment eines Starrkörpers. Dafür standen bisher schon die Elemente BEAM4, PIPE16 und MATRIX27 zur Verfügung.

Ab der Version v10 ist es nun möglich, den Rotor mit Solidelementen aufzubauen, da die aus der Drehung resultierende Kreiselkraft für die Solidelemente der 18X Serie nun elementweise berechnet werden kann (CORIOLIS Kommando).

Die Veränderung der Rotoreigenfrequenzen über der Drehzahl ist eine wichtige Größe für die Auslegung von rotierenden Machinenteilen. Zur besseren Übersicht werden die Eigenfrequenzen in einem besonderen Diagramm geplottet, dem Campbell Diagramm. Auf der Abszisse dieses Diagrammes ist die Drehzahl aufgetragen, auf der Ordinate die Eigenfrequenzen des Rotors. Horizontale Linien bezeichnen Eigenformen, die drehzahlunabhängig sind. Alle anderen Frequenzen sind drehzahlabhängig. Zusätzlich ist als eine Linie mit konstanter Steigung noch die Anregungsdrehzahl eingetragen. Wenn diese Linie eine Eigenfrequenz schneidet, so spricht man von einer kritischen Drehzahl, da hier Anregung und Eigenform in Resonanz fallen.

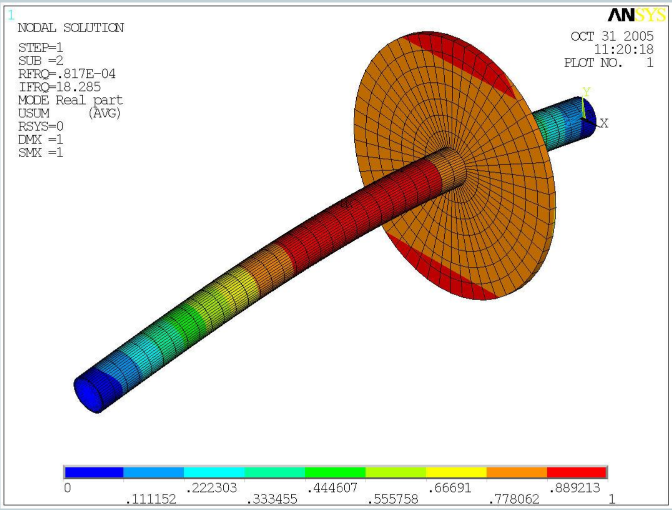
Für die automatische Erstellung dieses Diagramms und die Ermittlung der kritischen Drehzahlen stehen ab v10 die Befehle PLCAMP und PRCAMP zur Verfügung.

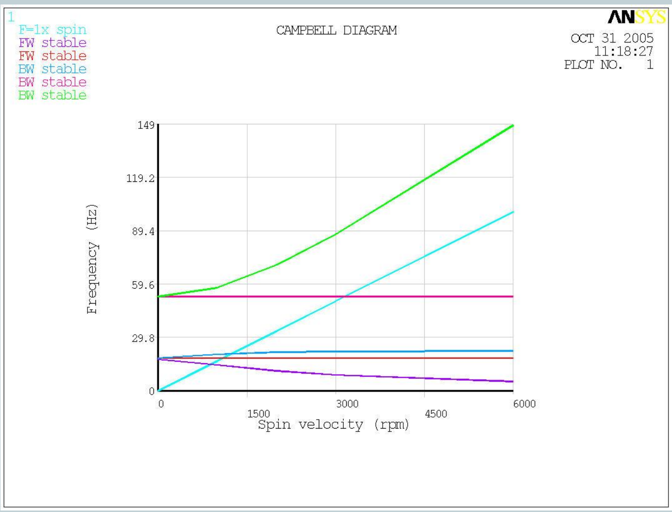
Berücksichtigung der Corioliskraft bei Modalanalysen

Beispiel:

Das beiliegende Beispiel zeigt einen schnell laufenden Rotor, der mit Solidelementen vernetzt worden ist. Die resultierenden Eigenformen sind komplex, da geschwindigkeitsabhängige Terme existieren (die Corioliskräfte). Zur Lösung des Eigenwertproblems wird daher der QRDAMP Algorithmus verwendet. Das Campbell Diagramm zeigt die kritischen Anregungsdrehzahlen.

ANSYS FE Modell + Campbell Diagramm:





CADFEM
Ausgabe: 11 / 2005

Berücksichtigung der Corioliskraft bei Modalanalysen

ANSYS Eingabesatz (ANSYS 10.0):

```
fini
/out,out
/cle
/out
/prep7
mp,ex,1,2e5
mp,nuxy,1,.3
mp,dens,1,7.6e-9
et,1,185
et,2,16
r,2,20,2
/com,geometrie
cyl4,0,0,110,0,120,90,1000
wpoff,,,1000
cyl4,0,0,110,0,800,90,50
cyl4,0,0,110,0,120,90,3000
vovlap,all
esize,100
vmesh,all
csys,1 $ vgen,4,all,,,,90
nummrg,all
/com,2 Balkensterne
imme,off
n,1e6 $ n,2e6,,,4000
nsel,s,loc,z $ cm,l1,node
*get,nnum,node,,count
nsel,s,loc,z,4000 $ cm,l2,node
type,2 $ real,2
*do,i,1,nnum-2
 cmsel,s,l1
 n1=ndnext(1)
 e,n1,1e6
 nsel,u,,,n1
 cm,l1,node
 cmsel,s,l2
 n1=ndnext(1)
 e,n1,2e6
 nsel,u,,,n1
```

```
 cm,l2,node
*enddo
imme,on
eplo
alls
d,1e6,ux,,,,,uy,uz,rotz
d,2e6,ux,,,,,uy,uz,rotz
/solu
pi=acos(-1)
ratio = pi/30
antype,modal
coriolis,on
nbf = 5
modopt,qrdamp,nbf,5.,,ON
omega,0.
mxpand,nbf,,,yes                ! yes for
element results
solve
omega,1000*ratio
mxpand,nbf,,,yes
solve
omega,2000*ratio
mxpand,nbf,,,yes
solve
omega,3000*ratio
mxpand,nbf,,,yes
solve
omega,4000*ratio
mxpand,nbf,,,yes

omega,5000*ratio
mxpand,nbf,,,yes

omega,6000*ratio
mxpand,nbf,,,yes
solve
!
fini
/post1
wpstyle
plcamp,,1.,rpm
prcamp,,1.,rpm
```