

Auswerten von Spannungsgradienten für einen Festigkeitsnachweis nach der FKM Richtlinie

Problem:

Die FKM Richtlinie benötigt für den Festigkeitsnachweis an einer bestimmten Stelle alle 3 Hauptspannungen an der Oberfläche sowie den Gradienten dieser Spannungen normal zur Oberfläche des Bauteils. Das ist mit den zur Verfügung stehen Möglichkeiten in **ANSYS Workbench** sehr schwierig auszuwerten, obwohl die notwendigen Daten vorhanden sind.

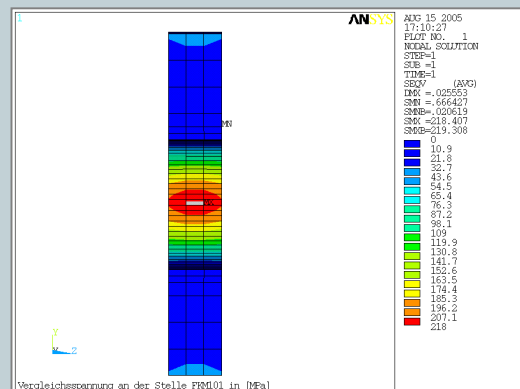
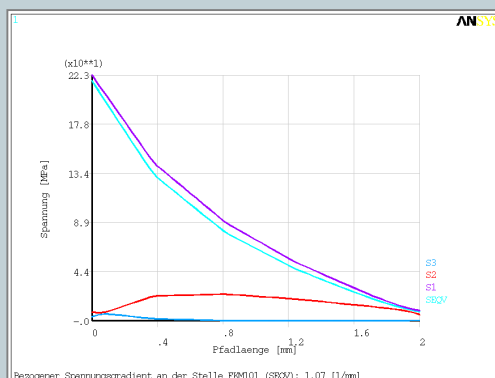
Lösung:

Die Auswertung für die FKM Richtlinie erfolgte schon bisher über Makros in ANSYS Classic. Der Vektor normal zur Oberfläche wurde bestimmt und in diese Richtung ein Pfad gelegt. Auf diesem Pfad wurden die Hauptspannungen interpoliert und die Anfangssteigung der Pfade an der Oberfläche bestimmt. Mit einigen Anpassungen läßt sich dieses Makro auch in DesignSpace / ANSYS Workbench verwenden. Das Makro liefert ein Bild der kritischen Stelle in Pfadrichtung (Kontrolle), einen Pfadplot aller Hauptspannungen unter Angabe des Anfangsgradienten und ein eine Textdatei mit dem zugehörigen Spannungstensor.

Das Makro bleibt passiv, solange bis eine Komponente FKM# in den Strukturbaum eingefügt wird. Das Makro selbst wird nicht in den Strukturbaum eingefügt, sondern in einem bestimmten Pfad auf der Festplatte gespeichert. Der Pfad wird mit der Umgebungsvariable ANSYS_MACROLIB definiert.

Eine genaue Beschreibung des Makros sowie das Makro als Textfile sind beim ANSYS Support unter support@cadfem.de erhältlich.

KLS



Auswertung der Stelle FKM101 fuer das Programm RIFEST:

Position des Maximums in globalen kartesischen Koordinaten:

X = -9.9 mm
 Y = -0.1 mm
 Z = 1.3 mm

Spannungen an der Oberflaeche:

S1 = 223.7 MPa
 S2 = 7.4 MPa
 S3 = 3.2 MPa

Spannungen 3.9E-02 mm unterhalb der Oberflaeche:

S1 = 215.2 MPa
 S2 = 6.8 MPa
 S3 = 5.2 MPa

Auswerten von Spannungsgradienten für einen Festigkeitsnachweis nach der FKM Richtlinie

Makro für ANSYS Workbench 10:

```

/com,get the number of FKM# components
*get,ncomp,comp,,ncomp
*del,fkm_name $ *dim,fkm_name(1),char,ncomp
nfkm=0
*do,i,1,ncomp
*get,cname,comp,i,name
*get,ctype,comp,cname,type ! ctype=1 for nodal component
cfkm=substr(cname,1,3) ! check if component name starts with FKM
cfkm=ucase(cfkm) ! convert erylting to upper case
*if,ctype,eq,1,and,cfkm,eq,'FKM',then
nfkm=nfkm+1
fkm_name(nfkm)=cname
*endif
*enddo
/com,number of FKM components found: %nfkm%
*if,nfkm,eq,0,then
/com,
/com,No FKM components found, skipping the xgrad macro...
*go,:END_
*endif

/RGB,INDEX,100,100,100,0 $ /RGB,INDEX,80,80,80,13
/RGB,INDEX,60,60,60,14 $ /RGB,INDEX,0,0,0,15
/sys,mkdir bilder
/sys,del .\bilder*.png .\bilder*.txt
*get,jnam,active,,jobnam
/com,active Jobname: %jnam%
*get,nunit,active,,units
/com,active unit system: %nunit%
/com,names: %fkm_name(1)% %fkm_name(2)%
slunit='Laengeneinheit'
ssunit='Krafteinheit/Flaecheneinheit'
*if,nunit,eq,6,then
slunit='mm'
ssunit='MPa'
*elseif,nunit,eq,1,then
slunit='m'
ssunit='Pa'
*endif
/prep7
*get,etmax,type,,num,max
et,etmax+1,154
type,etmax+1
r,etmax+1
real,etmax+1
esurf
/solu
solv
Fini
    
```

```

/post1
set,last
/gfile,650
/triad,lbot
*do,i,1,nfkm
cmsel,s,fkm_name(i)
nsort,s,eqv,0
*get,nn,sort,0,imax
*get,nsige,sort,0,max
nsel,s,,,nn
esln $ esel,r,type,,etmax+1 $ cm,x,elem
cmsel,s,fkm_name(i)
esln,s,1 $ cmsel,r,x
*get,emin,elem,,num,min
*get,n1,elem,emin,node,1 $ *get,n2,elem,emin,node,2
*get,n3,elem,emin,node,3 $ *get,n4,elem,emin,node,4
xx=normnx(n1,n2,n3) $ yy=normny(n1,n2,n3) $
zz=normnz(n1,n2,n3)
alls
/com,get a reasonable path length from the FE model
DIST=distnd(n1,n2) $ DIST=10*DIST
alls $ /zoo,,off $ /view,1,xx,yy,zz
/title,Vergleichsspannung_an_der_Stelle_%fkm_name(i)%_in
[%ssunit%]
/focus,1,nx(nn),ny(nn),nz(nn)
cmsel,s,fkm_name(i) $ *do,a_,1,6 $ esln $ nsle $ *enddo
*get,seqvmax,node,nn,s,eqv $ seqvmax=nint(seqvmax)
/edge,1,1,65
/plopts,logo,on
/cont,1,20,0,,seqvmax
/show,png
plns,s,eqv
/show,close
alls
    
```

Auswerten von Spannungsgradienten für einen Festigkeitsnachweis nach der FKM Richtlinie

```
*if,i,lt,11,then
/copy,%jnam%00%2*(i-
1)%,.png,../bilder/Plot_seqv_an_der_Stelle_%fkm_name(i)%.png
*else
/copy,%jnam%00%2*(i-
1)%,.png,../bilder/Plot_seqv_an_der_Stelle_%fkm_name(i)%.png
*endif
path,grad,2,30,50
ppath,1,,nx(nn),ny(nn),nz(nn)
ppath,2,,nx(nn)-DIST*xx,ny(nn)-DIST*y,nz(nn)-DIST*zz
pdef,seqv,s,eqv,avg
pdef,s1,s,1,avg
pdef,s2,s,2,avg
pdef,s3,s,3,avg
/com,Spannungsgradienten bestimmen
*get,sige1,path,,item,seqv,pathpt,1 $
*get,sige2,path,,item,seqv,pathpt,2 $ *get,deltas,path,,item,s,pathpt,2
*get,so1,path,,item,s1,pathpt,1 $ *get,so2,path,,item,s2,pathpt,1 $
*get,so3,path,,item,s3,pathpt,1
*get,si1,path,,item,s1,pathpt,2 $ *get,si2,path,,item,s2,pathpt,2 $
*get,si3,path,,item,s3,pathpt,2
so1=nint(so1*10)/10 $ so2=nint(so2*10)/10 $ so3=nint(so3*10)/10
si1=nint(si1*10)/10 $ si2=nint(si2*10)/10 $ si3=nint(si3*10)/10
sgrad=1/sige1*(sige1-sige2)*1/deltas $
sgrad=1/1000*nint(1000*sgrad) ! runden
deltas=nint(1000*deltas)/1000
*if,nunit,eq,6,then
/title,Bezogener Spannungsgradient an der Stelle %fkm_name(i)%
(SEQV): %sgrad% [1/mm]
/axlab,x,Pfadlaenge [mm]
/axlab,y,Spannung [MPa]
*elseif,nunit,eq,1,then
/title,Bezogener Spannungsgradient an der Stelle %fkm_name(i)%
(SEQV): %sgrad% [1/m]
/axlab,x,Pfadlaenge [m]
/axlab,y,Spannung [Pa]
*endif
/xrang,0,DIST
/gropt,dig1,2 $ /gropt,dig2,1 $ /gropt,divx,5 $ /gropt,divy,5
/gropt,curl,0
/show,png
prange,1,,,s
plpath,seqv,s1,s2,s3
/show,close
*if,i,lt,10,then
/copy,%jnam%00%2*(i-
1)+1%.png,../bilder/Pfadplot_Spannungsgradient_%fkm_name(i)%.png
*else
/copy,%jnam%00%2*(i-
1)+1%.png,../bilder/Pfadplot_Spannungsgradient_%fkm_name(i)%.png
*endif
/com,Auswertedatei Rifst_%fkm_name(i)%.txt erzeugen
/output,../bilder/rifest_%fkm_name(i)%.txt
/com,Auswertung der Stelle %fkm_name(i)% fuer das Programm
RIFEST:
```

```
/com
/com,Position des Maximums in globalen kartesischen
Koordinaten:
/com,X = %nint(10*nx(nn))/10% %slunit%
/com,Y = %nint(10*ny(nn))/10% %slunit%
/com,Z = %nint(10*nz(nn))/10% %slunit%
/com
/com,Spannungen an der Oberflaeche:
/com,S1 = %so1% %ssunit%
/com,S2 = %so2% %ssunit%
/com,S3 = %so3% %ssunit%
/com
/com,Spannungen %deltas% %slunit% unterhalb der
Oberflaeche:
/com,S1 = %si1% %ssunit%
/com,S2 = %si2% %ssunit%
/com,S3 = %si3% %ssunit%
/com
/com,Die hier ausgewerteten Spannungen sind
Hauptspannungen
/com,nach der Vorzeichen- und Richtungskonvention
/com,des Mohrschen Spannungskreises.
/com
/com,ACHTUNG:
/com,Die FKM Richtlinie verwendet eine andere
Konvention fuer die
/com,Spannungen S1,S2 und S3. Die
Hauptspannungen nach FKM sind
/com,bezogen auf die Orientierung zur Oberflaeche.
/com,S1 ist die groesste Spannung tangential zur
Oberflaeche.
/com,S2 steht senkrecht auf S1 ist liegt ebenfalls
tangential zur Oberflaeche.
/com,S3 steht senkrecht auf S1 und S2 und zeigt
normal zur Oberflaeche in
/com,die Tiefenrichtung des Bauteils.
/com,Beim Spannungsgradienten werden zyklische
Lastfaelle betrachtet.
/com,Damit spielt das Vorzeichen der
Hauptspannungen keine Rolle,
/com,da es sich um Amplituden zyklischer
Belastungen handelt.
/com,Die groesste Spannung ist also die
betragsmaessig groesste
/com,Spannung und nicht die absolut groesste
Spannung.
/output
*enddo
fini
cname=
ctype=
...
...
ssunit=
*abbr,solve,fini ! swallow the ANSYS solve command
/solu
:END_
cname=
ctype=
cfkm=
jnam=
```