

Metaalmoeheid

Soms kan een spaak in een fietswiel plotseling breken, zie figuur 1. In een onderzoek naar de oorzaak hiervan, worden roestvrijstalen spaken in een fietswiel gemonteerd. Als een spaak in het fietswiel wordt gemonteerd, wordt de spaak ook gespannen. Dit wordt voorspannen genoemd. In dit onderzoek krijgt een roestvrijstalen spaak een spanning van 190 MPa ($= 190 \cdot 10^6 \text{ N m}^{-2}$). De doorsnede van de spaak is $2,63 \text{ mm}^2$.

figuur 1

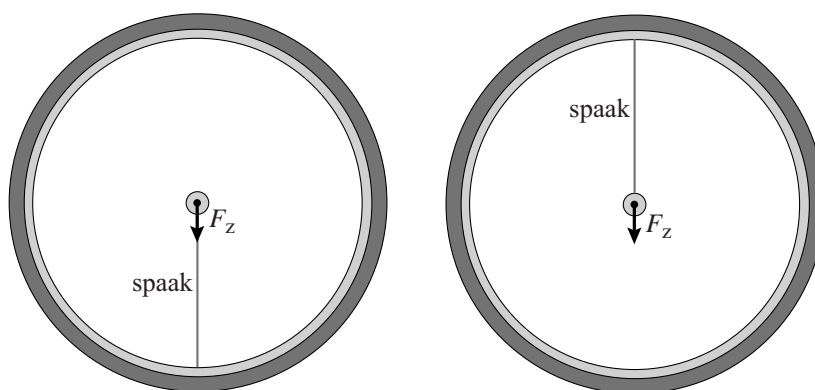


- 3p 18 Bereken de spankracht in de voorgespannen spaak.
- 2p 19 Bereken de (relatieve) rek van de voorgespannen spaak.

Een spaak kan breken bij een spanning die kleiner is dan de treksterkte van het metaal. De breuk wordt dan veroorzaakt doordat het metaal is verzwakt door het afwisselend afnemen en toenemen van de spanning. Dit verschijnsel wordt metaalmoeheid genoemd.

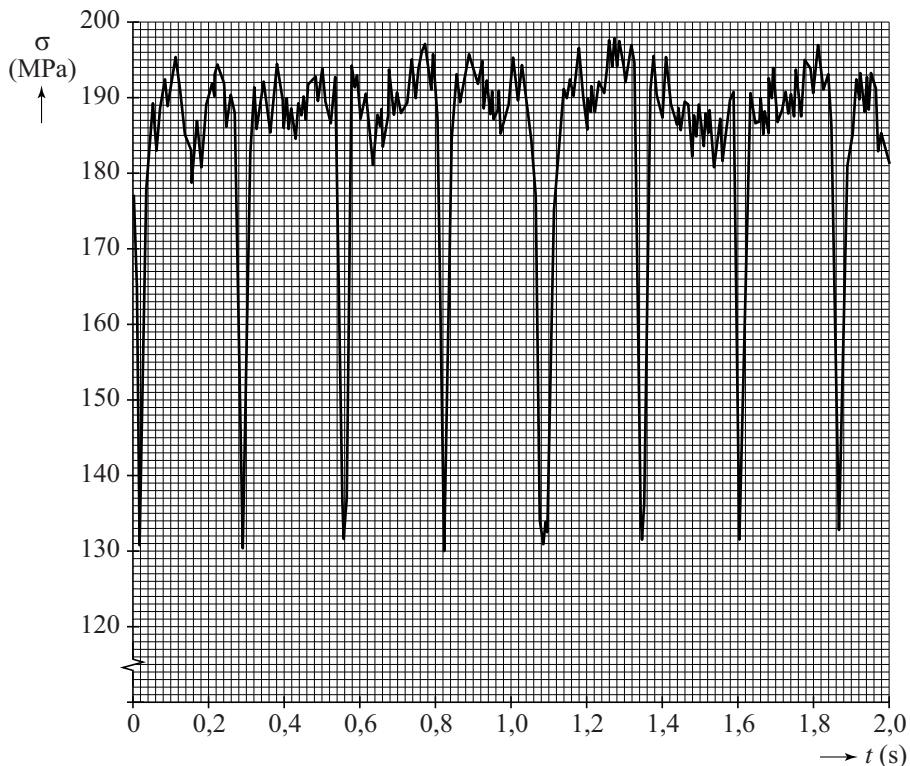
In figuur 2 is schematisch getekend hoe metaalmoeheid kan optreden in de spaak van een fietswiel. Door de zwaartekracht F_z op de fiets en de fietser wordt de spaak afwisselend ingedruwd (links) en uitgerekt (rechts).

figuur 2



In het onderzoek is de spanning in de spaak gemeten tijdens het fietsen. In figuur 3 zijn de meetresultaten weergegeven.

figuur 3



Figuur 3 is ook op de uitwerkbijlage weergegeven.

- 2p **20** Bepaal met behulp van figuur 3 de frequentie in 3 significante cijfers waarmee de spanning tijdens het fietsen wisselt.

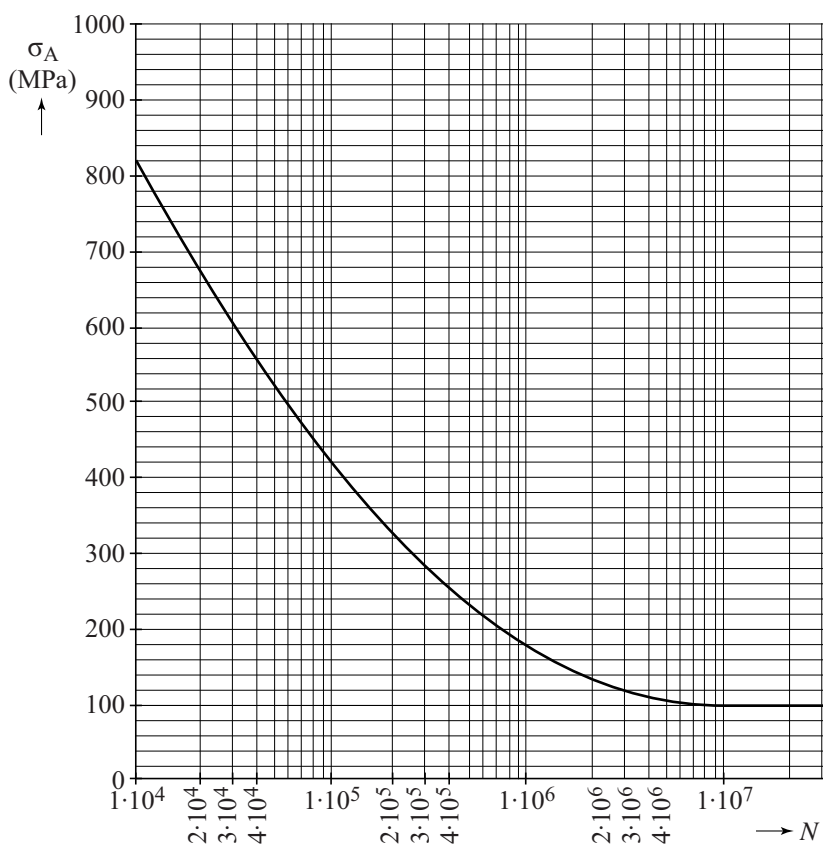
Bij metaalmoeheid hangt de levensduur van een spaak af van de spanningsamplitude.

Voor de spanningsamplitude geldt:
$$\sigma_A = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

De levensduur N is het aantal wielomwentelingen dat de spaak kan ondergaan tot hij breekt.

In figuur 4 is het (σ_A, N) -diagram van de spaak in dit onderzoek gegeven. De horizontale as heeft een niet-lineaire schaalverdeling.

figuur 4



Figuur 4 staat ook op de uitwerkbijlage.

- 4p **21** Beantwoord de volgende vragen:
- Bepaal met behulp van de figuren op de uitwerkbijlage de spanningsamplitude van de spaak.
 - Leg hiermee uit of deze spaak $1 \cdot 10^7$ wielomwentelingen kan halen.

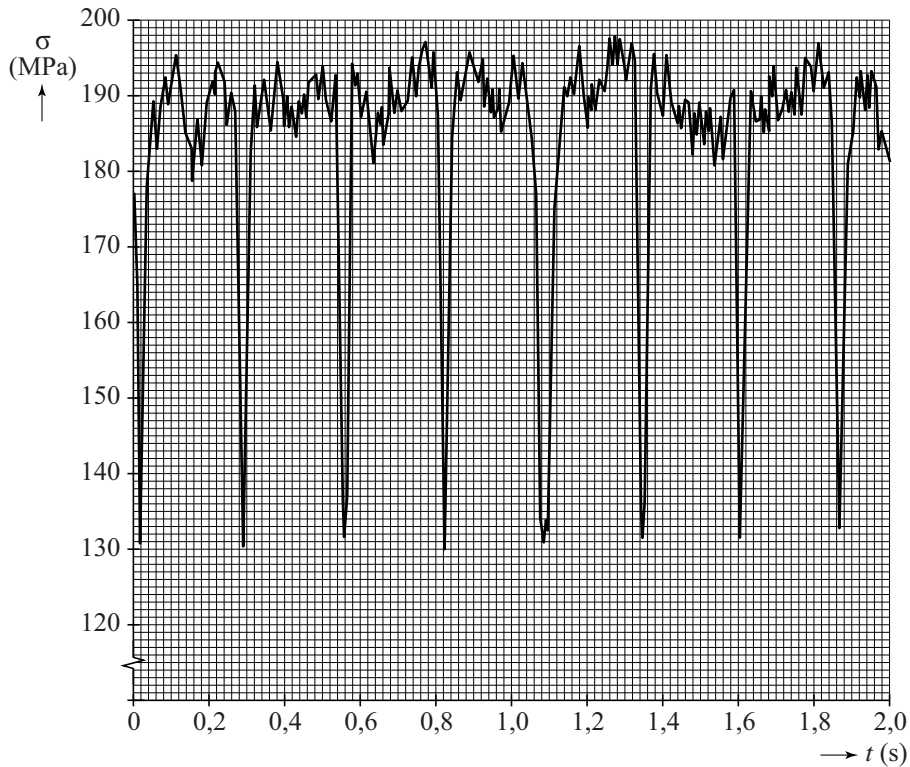
Vervolgens wordt de spaak strakker aangespannen. De voorspanning en de spanningsamplitude worden hierdoor verhoogd. De spanningsamplitude σ_A wordt nu 120 MPa.

De diameter van het gebruikte wiel is 70 cm.

- 3p **22** Bepaal met behulp van de figuur op de uitwerkbijlage na hoeveel kilometer de spaak zal breken.

uitwerkbijlage

20 en 21



21 en 22

