

De Problemen met de Motorophanging van de Boeing 747

De Boeing 747 heeft sinds zijn introductie in 1970 verschillende ernstige problemen ervaren met de motorophanging. Deze problemen hebben geleid tot meerdere tragische ongevallen en een fundamentele herontwerp van het hele systeem.

De Belangrijkste Problemen

Fuse Pin Falen door Metaalmoeheid

Het meest kritieke probleem betreft de zogenaamde "fuse pins" - speciale pennen die de motoren aan de vleugels bevestigen. Deze pennen waren oorspronkelijk ontworpen om bewust af te breken bij extreme belastingen, zodat de motor "schoon" van de vleugel zou scheiden zonder brandstoftanks te beschadigen. Echter, dit ontwerp bleek fataal gebrekkig.

De fuse pins van de eerste generatie bevatten ingekerfde secties die ze zwakker maakten op specifieke plaatsen. Deze inkervingen veroorzaakten twee grote problemen:

- **Corrosie:** De inkervingen verzamelden vocht en vervuiling, wat leidde tot corrosie
- **Metaalmoeheid:** De inkervingen concentreerden spanningen, waardoor scheurtjes ontstonden die zich langzaam uitbreidden

Het El Al 1862 Ongeval als Keerpunt

Op 4 oktober 1992 stortte El Al vlucht 1862 neer in Amsterdam nadat beide rechtermotoren van het vliegtuig afvielen. Het onderzoek toonde aan dat:

- Motor nummer 3 (binnenste rechtermotor) eerst losliet door falen van een fuse pin
- Deze motor sloeg vervolgens tegen motor nummer 4, waardoor ook die afviel
- Het vliegtuig werd onbestuurbaar en stortte neer, waarbij 43 mensen omkwamen

Waarom de Motoren Niet zonder het vliegtuig te beschadigen eraf vielen

Het oorspronkelijke ontwerp ging ervan uit dat een loslatende motor over de vleugel zou rollen en veilig wegvliegen. Dit was gebaseerd op eerdere ervaringen met de kleinere Boeing 707. Bij de 747 gebeurde dit echter niet:

- De motoren waren veel groter en zwaarder
- Ze vlogen in een andere baan, waardoor ze andere onderdelen raakten
- De scheiding veroorzaakte ernstige schade aan de voorrand van de vleugel

Andere Structurele Problemen

Motor Behuizing Vervorming

De vroege 747's met JT9D motoren hadden een ander probleem: de motorbehuizingen vervormden onder belasting, waardoor ze ovaal werden in plaats van rond. Dit veroorzaakte:

- Turbinebladen die de binnenkant van de motor raakten
- Prestatievermindering tot 7% meer brandstofverbruik
- Frequentie motorproblemen en storingen

Inspectie Falen

Ondanks bekende problemen met fuse pins faalden de inspectiesystemen¹:

- De Boeing 747 van El Al had 13 jaar gevlogen zonder dat het type fuse pins was vervangen door een nieuwere generatie fuse pin
- De laatste inspectie aan de fuse pins van de El Al Boeing was ca 4 maanden voor het ongeval op 4 oktober 1992: daarbij werden geen scheurtjes in de fuse pins ontdekt
- Scheurtjes waren vaak te klein om te detecteren met beschikbare methoden
- Ongeveer 20% van de geïnspecteerde pins moest worden vervangen vanwege corrosie

Reeks van Vergelijkbare Ongevallen

Het El Al ongeval was niet uniek. Er waren meerdere vergelijkbare incidenten:

- **China Airlines (december 1991):** Motor 3 en 4 vielen af van een 747-freighter

- **Evergreen Airlines (maart 1993):** Motor 2 viel af kort na opstijgen vanuit Alaska
- **Northwest Airlines (maart 1994):** Gedeeltelijke scheiding van motor 1 in Japan
- **Air India (mei 1990):** Motor 1 viel gedeeltelijk af bij landing in Delhi

Boeing's Reactie en Oplossingen

Na de reeks ongevallen kondigde Boeing in juni 1993 een complete herziening aan van alle 948 Boeing 747's in dienst:

Nieuwe Fuse Pin Ontwerp

- Vervanging van alle oude fuse pins met nieuwe van corrosiebestendige roestvrij staal
- Eliminatie van de ingekerfde zwakke plekken die metaalmoeheid veroorzaakten

Structurele Versterkingen

- Toevoeging van twee extra bevestigingspunten per motor voor redundantie
- Versterkingen van de bestaande pylon-tot-vleugel verbindingen
- Nieuwe, sterkere materialen voor kritieke onderdelen

Filosofie Verandering

Boeing verliet het concept van "schone scheiding" en ontwierp de nieuwe bevestigingen om motoren **juist niet** te laten vallen tijdens de vlucht. Het nieuwe ontwerp zou alleen falen bij grond impact om brandstoftank beschadiging te voorkomen.

Lange Termijn Impact

De motorophanging problemen van de Boeing 747 hadden vergaande gevolgen:

- **Industrie-brede veranderingen:** Alle vliegtuigfabrikanten herzag hun motorbevestigingsontwerpen
- **Nieuwe veiligheidseisen:** Strengere certificerings- en inspectie-eisen voor kritieke bevestigingen
- **Kostbare modificaties:** Het modificatieprogramma kostte naar schatting meer dan \$100 miljoen

Conclusie

De problemen met de Boeing 747 motorophanging illustreren hoe ontwerpfouten in kritieke systemen catastrofale gevolgen kunnen hebben. Het ontwerp vertrouwde op een fuse pin systeem dat inherent zwak was en inadequate inspectie-methoden. Pas na meerdere dodelijke ongevallen werd het fundamentele probleem aangepakt met een complete herontwerp van het systeem.

Deze ervaring heeft geleid tot striktere veiligheidsnormen en betere begrip van hoe grote vliegtuigmotoren zich gedragen bij scheiding. Het toont aan dat zelfs goed bedoelde veiligheidssystemen onverwachte en gevaarlijke gevolgen kunnen hebben als ze niet grondig worden getest onder alle mogelijke omstandigheden.