

DE NIET DESTRUCTIEVE

DE regelmatigheid en de veiligheid van het verkeer hangen o.m. af van de bestendige goede staat van de krachtvoertuigen en van het gesleepte materieel. Bijgevolg doen bouwers en onderhoudsdiensten reeds tijdens de fabricatie en ter gelegenheid van periodieke bewerkingen systematische controles die het mogelijk maken de eventuele beschadigingen te voorkomen. Die controles moeten vanzelfsprekend bijzonder grondig worden uitgeoefend op de organen die sterk belast worden, zoals assen, wielen, wielbanden, gelaste verbindingen, toestellen die onder druk werken en waarvan het breken schier altijd ernstige gevolgen met zich brengt.

Tot voor kort kon het gedrag in dienst van het rollend materieel enkel door middel van een visueel onderzoek beoordeeld worden. Thans vindt de aanwending van de niet destructieve studie- en controle-methodes van de materialen meer en meer ingang en brengt ze, zowel op het stuk van de doelmatigheid als in economisch opzicht, een onbetwistbare verbetering. Die controles bestaan in een inwendig onderzoek van diverse materialen en bieden het enorme voordeel dat ze noch de gedeeltelijke of volledige vernieling van het gecontroleerde orgaan, noch het nemen van monsters noodzakelijk maken.

Voor elk der bij de N.M.B.S. aangewende methodes, wil onderhavig artikel de lezer een bondig overzicht geven van de controletechniek, alsmede een reeks toepassingen ervan op het rollend materieel. Wij zullen achtereenvolgens de voornaamste methodes onderzoeken, d.w.z. : de radiografie, de suprageluidscontroles, de magnetoscopie en het zigen.

DE RADIOGRAFIE.

METHODE.

X-stralen zijn elektromagnetische golven van dezelfde aard als het licht, maar met een veel kortere golflengte, wat ze ontzichtbaar maakt. Ze worden voortgebracht in een vacuümbuis onder spanningen van verschillende honderdduizenden volts. De generatorbuis is omringd door een loden afscherming en opgesteld in een metalen afgesloten ruimte. Fig. n^r 1 toont een industriële generator voor X-stralen die onder een spanning van 120.000 volt kan functioneren.

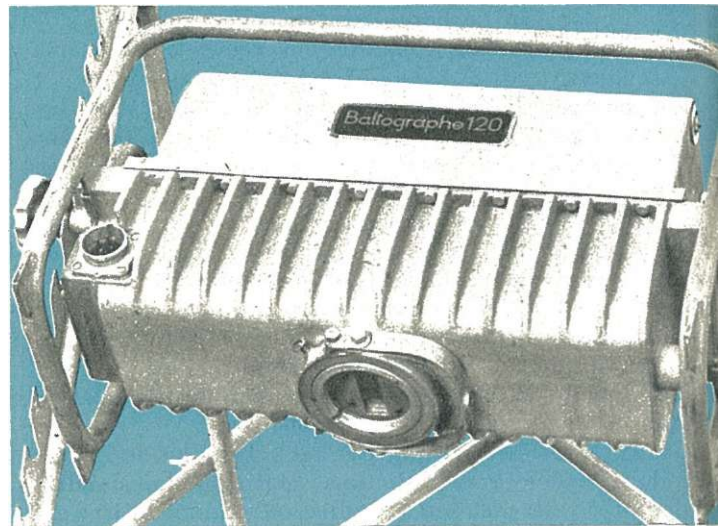


Fig. 1 — Generator voor X-stralen.

De radiografie is een onderzoeksmethode die steunt op de eigenschap welke de X-stralen bezitten om de stoffen en zelfs de ondoorschijnende lichamen te doordringen, waarbij ze dan gedeeltelijk door die stoffen of lichamen worden opgeslorpt. Dank zij het verschil in opslorping tussen het metaal en zijn gebreken (volle of ledige holten) kunnen die gebreken opgespoord worden. Het indringingsvermogen is afhankelijk van de golflengte : hoe korter deze golflengte, hoe dieper de straling doordringt. Op haar beurt verhoogt de opslorping in de materialen met de dikte en de dichtheid der lichamen.

De X-stralen bezitten bovendien de eigenschap in te werken op de fotografische emulsies. De beeldopname zal er dus in bestaan het schaduwbeeld van het te onderzoeken stuk op een film vast te leggen door het te belichten met een bundel X-stralen. Na ontwikkeling zal de film klare vlekken vertonen, overeenstemmend met de dikste gedeelten van het stuk, en donkere vlekken die de kleinste dikten aanduiden. Indien donkerder vlekken dan de aangrenzende delen niet het gevolg zijn van schommelingen in de dikte, wijzen ze op een gebrek aan materie, te wijten aan inwendige heterogeniteiten ; uit hun vorm en dichtheid kan dan de vorm en de belangrijkheid der gebreken afgeleid worden.

CONTROLES

TOEGEPAST OP HET ROLLEND MATERIEEL

De kwaliteit van het radiografisch beeld is afhankelijk van de uitvoeringswijze, zowel bij de opname van het cliché als bij de ontwikkeling van de film. Ze wordt door heel wat factoren beïnvloed : stralings-energie, afstand generator - film, filmtype, enz. De in acht te nemen regelen zijn gecodificeerd door gespecialiseerde organismen en gepubliceerd in de vorm van normen of codes voor een goede gebruikswijze. Er dienen, bovendien, bijzondere voorzorgen te worden nageleefd bij de opname van het cliché, zulks wegens het gevaar dat het menselijk organisme loopt bij de opslorping van een aanzienlijke dosis X-stralen.

ENKELE TOEPASSINGEN.

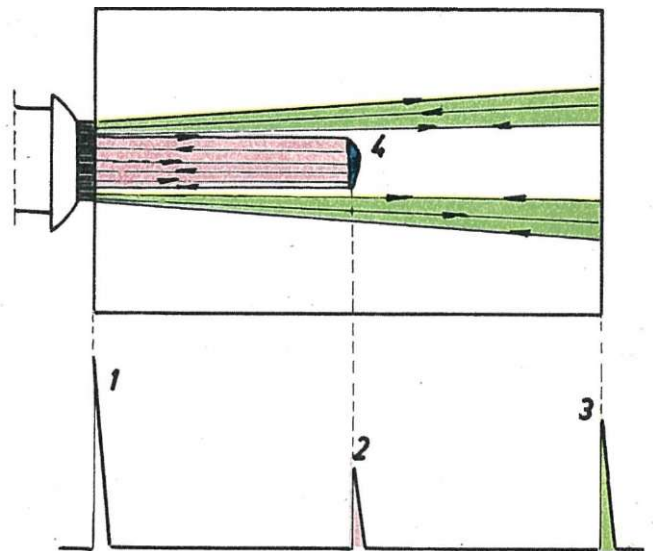
Radiografisch kan men gebreken opsporen die de homogeniteit van gegoten stukken en gelaste verbindingen verstoren. Deze techniek is uitstekend geschikt voor het ontdekken van fouten in de lassen (slakinsluitingen, blaasjes, gebrek aan doorlassing), met uitzondering van de scheurtjes.

Laten wij ten slotte nog aanstippen dat de radiografie eveneens gebruikt wordt als opleidingsmiddel voor de lassers. Inderdaad, tijdens de scholing worden de proefstukken systematisch geradiografeerd. Het onderzoek van de cliché's stelt elke leerling in staat zich, op de eerste plaats, rekenschap te geven van de kwaliteit van zijn werk en, vervolgens, zijn lastechniek te verbeteren.

DE SUPRAGELUIDSCONTROLES.

WERKWIJZE.

De suprageluidsgolven zijn elastische golven waarvan de frequentie hoger ligt dan het gehoorgebied van een normaal menselijk oor, d.i. 16.000 perioden per seconde. De geluidsgolven die gebruikt worden bij de controle der materialen hebben een zeer hoge frequentie, gaande van een tot tien miljoen perioden per seconde (1 tot 10 megahertz) ; hun opslorping door de homogene materialen is gering, zodat ze zich gemakkelijk in de vaste materialen voortplanten, waar ze dan voldoen aan de wetten van de optiek en, in 't bijzonder, aan die van de weerkaatsing en de straalbreking. Die eigenschappen worden gebruikt voor het



hg. 2 — 1. Uitzendimpuls; 2. Echo van het gebrek; 3. Echo van het tegenoverliggende vlak; 4. Gebrek.



Fig. 3 — Suprageluidstoestellen. Het kleinste werkt met transistors.

inwendig onderzoek van de materialen, dat alsdan « suprageluidscontrole » wordt genoemd.

De controle geschiedt door bestraling van het te onderzoeken stuk met behulp van een optimaal

gerichte stralingsbundel en door het observeren van het gedrag van die bundel met behulp van een ontvangtoestel. Indien er geen enkel gebrek bestaat, bereikt het gedeelte van de niet opgeslorpte bundel het tegenoverliggende vlak van het stuk en wordt er weerkaatst. Daar het gevoelige element, dat suprageluiden uitzendt, eveneens als ontvanger fungeert, kan men een echo opvangen die uit dat vlak van het stuk opstijgt. Wanneer er in het veld van de bundel een gebrek voorkomt, kan diezelfde bundel slechts gedeeltelijk het bedoelde vlak bereiken ; een deel van de suprageluidsenergie wordt weerkaatst door het gebrek zelf, dat aldus aan het licht komt. Daar de doordringingsduur vanaf het uitzendvlak tot het gebrek geringer is dan de doordringingsduur die overeenstemt met de totale dikte van het stuk, is het niet moeilijk om de echo die het gebrek weergeeft, te onderscheiden van de echo die door het andere vlak weerkaatst wordt. Uit de verhouding van die tijdsduren kan men de plaats van het gebrek aanduiden ten opzichte van het onderzoekingsvlak (fig. 2). Deze zogenoemde « echo-methode » is veruit de meest gebruikte.

Fig. 3 toont twee suprageluidstoestellen. Het kleinste werkt met transistors ; wegens zijn beperkt gewicht en omvang is het een ideaal draagbaar model. Het andere, met grotere mogelijkheden, wordt als vast toestel in de werkplaatsen gebruikt.

In tegenstelling met de radiografie, geven de suprageluidscontroles geen beeld van het ontdekte gebrek, doch enkel een signaal (echo) dat de aanwezigheid van het gebrek in het stuk op een oscilloscoop overbrengt. De verificateur moet dus volledig op de hoogte zijn en geoefend in het interpreteren van de oscillogrammen om, enerzijds, de plaats van het gebrek te bepalen en de belangrijkheid ervan te schatten, en, anderzijds, te constateren in hoeverre het schadelijk kan zijn voor de levensduur van het onderzochte stuk.

Ondanks die interpretatiemoeilijkheden, moet hier niet alleen de nadruk gelegd worden op de grote gevoeligheid van de suprageluiden bij het opzoeken van alle gebreken die met de radiografie ontdekt kunnen worden, maar ook op de mogelijkheid om de barsten met een opvallende precisie te localiseren. Die mogelijkheid wordt veelvuldig aangewend tijdens het toezicht op de rolorganen ; wij zullen er hierna verschillende voorbeelden van aanhalen.

Laten wij er uiteindelijk nog op wijzen dat het menselijk organisme niet het minste gevaar loopt en dat het gebruik van de suprageluiden uiterst vlot verloopt.

ENKELE TOEPASSINGEN.

De suprageluidscontroles vinden een uitgebreid toepassingsveld bij het rollend materieel. Wij vernemen o.m. :

- De controle van het klinkwerk in de ketels der stoomlocomotieven, waar de barsten opgespoord worden die uitgaan van de klinkgaten ;
- Het opsporen van vermoeidheidsscheurtjes in de assen van het rollend materieel (rijtuigen, wagens, locomotieven). Die barsten ontwikkelen zich in het asdraagvlak onder het wiellichaam en kunnen een

asbreuk veroorzaken indien ze niet tijdig ontdekt worden (fig. 4) ;

- Het opsporen van barsten in de bevestigingsbouten van de remschijven ;
- Het opsporen van dubbelingen in de platen ;
- Het meten van de dikte der wanden van onder druk staande reservoirs of van buizen die enkel langs buiten bereikbaar zijn. Die meting verloopt snel, gemakkelijk en nauwkeurig ($\pm 0,1$ mm) ;
- Het opsporen van gebreken in de wielbanden, de velgen of de wiellichamen, het localiseren van barsten in de kruktappen van hydraulische diesellrangeerlocomotieven, de controle van de lasrupsen, enz.

Laten wij ten slotte nog aanstippen dat de suprageluidscontroles vooral op het rollend materieel worden uitgevoerd, en zulks met een minimum van demontage, zodat het materieel dus slechts geringe tijd wordt opgehouden. Dank zij die controles kunnen ernstige gebreken opgespoord worden die met het blote oog onzichtbaar zijn.

DE MAGNETISCHE CONTROLES.

METHODE.

Elke inwendige holte van ferromagnetische materialen die in een magnetisch veld gebracht worden, veroorzaakt vervormingen in de inductielijnen die de hindernis trachten te omzeilen. Dit algemeen principe wordt bij de magnetoscopie aangewend : het te onderzoeken stuk wordt gemagnetiseerd : terzelfder tijd wordt er een poeder of een vloeistof op aangebracht die magnetiseerbare deeltjes bevatten welke zich

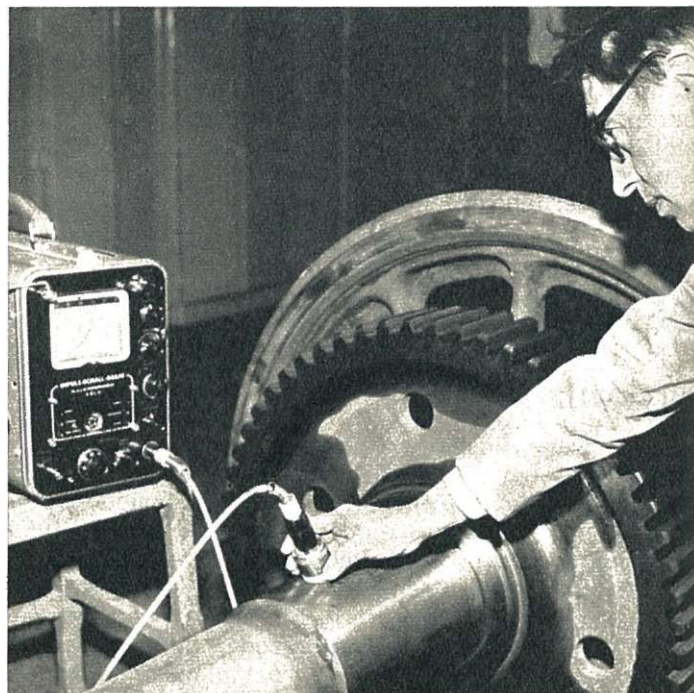


Fig. 4 — Opsporen van de vermoeidheidsscheurtjes in de assen van het rollend materieel.

opeenhopen in de zones waar de krachtlijnen het stuk verlaten, inzonderheid loodrecht op de gebreken. Die gebreken worden dan op de oppervlakte « getekend », en hun opsporing vertoont niet de minste moeilijkheid (fig. 5). Om waarneembaar te zijn moeten ze zich evenwel tamelijk dicht bij de oppervlakte bevinden (2 tot 3 mm) of aan de oppervlakte komen. Om de gevoeligheid van het onderzoek te verhogen, wordt het poeder doorgaans gekleurd met een tint die scherp afsteekt tegen die van het onderzochte metaal. Fluorescerend poeder, dat zeer lichtgevend is onder een ultravioletverlichting, is nog beter zichtbaar.

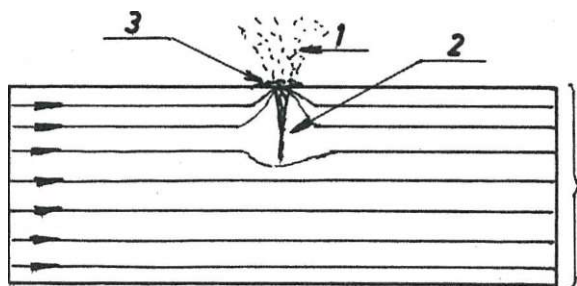


Fig. 5

1. Magnetisch poeder; 2. Gebrek; 3. Beeld van het gebrek;
4. Magnetisch veld.

Het toepassingsveld van de magnetoscopie beperkt zich tot de opsporing van oppervlakkige gebreken in ferromagnetische legeringen.

Het magnetiseren van de stukken kan op velerlei wijzen geschieden: met een elektromagneet, met een elektrische stroom die men door het stuk zelf laat gaan of met behulp van een solenoïde (enkele windingen rond het stuk), waardoor men een zeer sterke stroom laat gaan (500 tot 2.000 A).

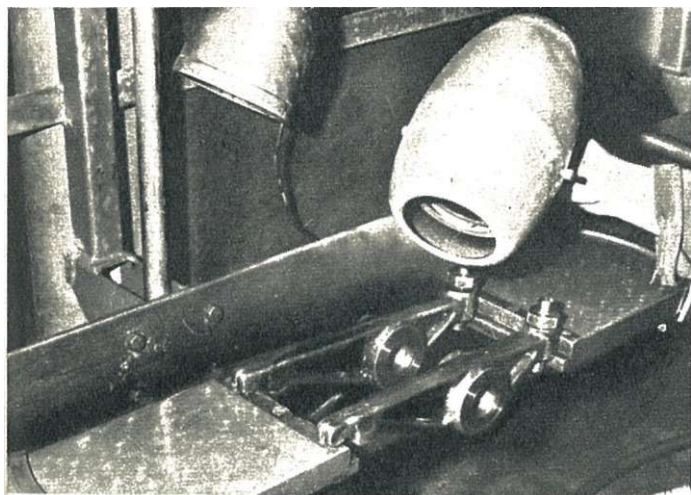


Fig. 6 — Vast magnetoscopisch toestel.

De magnetoscopische toestellen zijn vast (fig. 6) of beweegbaar (fig. 7).

ENKELE TOEPASSINGEN.

De magnetische controles worden vooral aangewend voor het opsporen van barsten. Een tvDisch voorbeeld

is het aan het licht brengen van vermoeidheidsbarsten in het asdraagvlak na het wegnemen der wiellichamen. Tal van organen van dieselmotoren worden met die methode onderzocht (stangen, krukassen, enz.).

De controle geschiedt vaak met ultravioletlicht op halfautomatische bank.

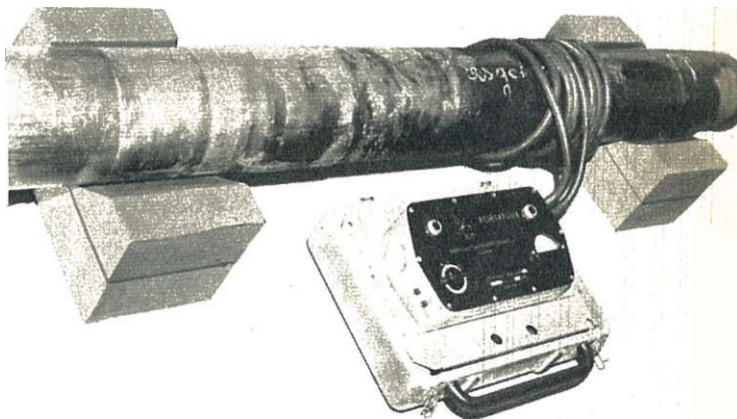


Fig. 7 — Bewegbaar magnetoscopisch toestel.

HET ZIJGEN.

BEGINSEL VAN DE METHODE.

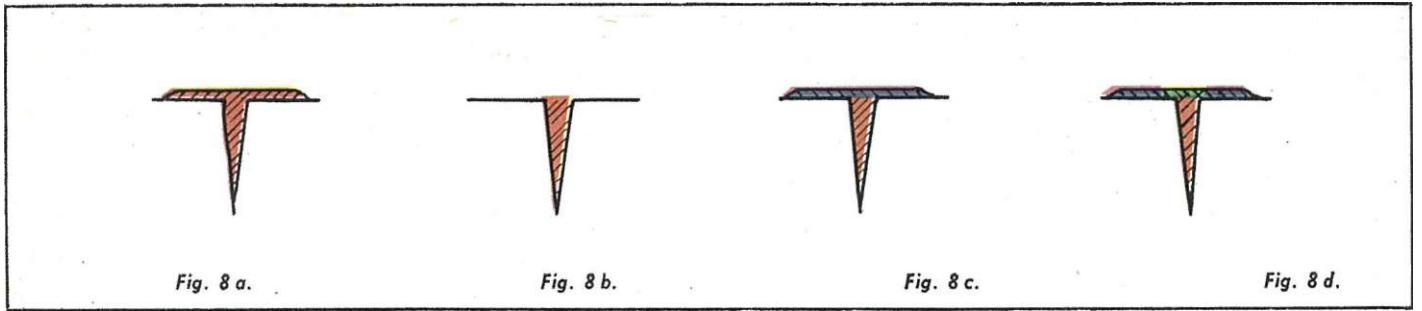
De controle door zijgen is zeer oud; zij werd de laatste jaren slechts gevoeliger gemaakt door het gebruik van moderne produkten die beter geschikt zijn dan de vroeger gebruikte petroleum. Zij bestaat erin de oppervlakkige poreusheden van het materiaal te laten uitkomen met behulp van een vloeistof die door capillariteit aankleeft. De gebreken worden dan gemakkelijk met het blote oog waargenomen daar de vloeistoffen of « zijgvochten », waarmee de poreusheden doordrenkt worden, doorgaans hel gekleurd zijn.

Na reiniging van de te onderzoeken zone, wordt het « zijgvocht » (fig. 8 a) aangebracht dat, wegens zijn geringe oppervlaktetension, tot in de kleinste holte doordringt. Na het afvegen aan de oppervlakte (fig. 8 b), wordt op het stuk een ontwikkelaar verstovent (fig. 8 c). De gekleurde vloeistof wordt door die ontwikkelaar opgeslorpt en het gebrek neemt een waarneembare stoffelijke vorm aan (fig. 8 d).

Wanneer men een uiterst grote gevoeligheid nastreeft, gebruikt men een fluorescerend « zijgvocht » en gebeurt het onderzoek in een donkere kamer met ultravioletverlichting.

ENKELE TOEPASSINGEN.

Dank zij het onderzoek met gekleurd « zijgvocht » kunnen alle gebreken in de onmiddellijke nabijheid van de oppervlakte opgespoord worden, en zulks ongeacht de aard van het materiaal. Het is een zeer eenvoudig onderzoek, dat weinig kost en snel uitgevoerd kan worden. Het wordt toegepast op stukken die niet met andere methodes kunnen worden gecontroleerd. Het wordt eveneens ter bevestiging van andere onriernpkipri flanopwphH



BESLUIT.

Volgens de aard van het materiaal, de vorm en de afmetingen van de te onderzoeken stukken, alsmede de aard van het gebrek dat men opzoekt, wordt de meest geschikte methode bestudeerd en toegepast. Elke methode is begrensd, maar een rationele en gezamenlijke aanwending van verschillende ervan leidt schier altijd tot goede resultaten.

Wegens de talrijke mogelijkheden die ze biedt, kan de niet destructieve controle, in plaats van een uitgave te beteken, aangewezen zijn omwille van haar rendabiliteit. Aangewend tijdens de bouw, bij de definitieve

keuring of in de loop van de regelmatige, periodieke herstellingen, maakt ze het mogelijk organen uit de dienst te trekken die zware ongevallen zouden kunnen veroorzaken welke, op menselijk, materieel en financieel gebied, vaak ernstige gevolgen met zich kunnen brengen.

De steeds toenemende toepassing van die methodes op het rollend materieel draagt dus ook haar steentje bij tot de verhoging van de veiligheid.

M. HENNUIT.