

Navorschingen op het gebied der ontsteking van het mijngas door het filament der draagbare electrische lampen

Nota van H. Joseph FRIPIAT, ✓

Eerstaanwezend Mijningenieur,

verbonden aan het Nationaal Mijninstituut te Pâturages.

Inleiding.

De draagbare electrische lampen genieten tegenwoordig, ten opzichte der vlamlampen, een voorrang gesteund op talrijke voordeelen; grooter lichtvermogen, mogelijkheid deze uitstraling door geschikte reflectors in een nauwen kegel samen te trekken, volledige ongevoeligheid ten opzichte van mijngashoudende luchtstroomen met groote snelheid, gemak van onderhoud en herontsteking, zelfs in mijngasatmosfeer.

Wanneer men zich nu op het standpunt der kwetsbare organen plaatst bestatigt men dat de twee verlichtingssystemen gelijkwaardig zijn. Zij vertoonen inderdaad beiden het nadeel een breekbaar orgaan te bevatten : namelijk het glas dat hetzij de vlam hetzij de gloeilamp beschermt.

Bij een olie- of benzinelamp geeft het breken van het glas aanleiding tot den rechtstreekschen toegang der omgevende atmosfeer tot de vlam hetgeen een onmiddellijk gevaar oplevert in mijngashoudende lucht.

Bij een electrische lamp hangt het ontstekingsgevaar af van de gelijktijdige verwezenlijking van drie voorwaarden, te weten : het breken van het beschermingsglas, het breken van het gloeilampje, het onbeschadigd blijven van het gloeidraadje.

Deze samenloop van omstandigheden is mogelijk, maar men begrijpt gemakkelijk dat zulks practisch een zeer toevallige gebeurtenis moet zijn, hetgeen bepaald een ernstig voordeel ten gunste der veiligheid van de electriche lampen beduidt.

Er blijft nog te bestatigen of de beroering van het gloeiend filament door een mijngasatmosfeer altijd tot ontsteking aanleiding zal geven. Deze vraag werd eertijds levendig betwist en de betreffende navorschingen hebben uitslagen gegeven welke wij belangrijk genoeg achten om hier te herinneren.

Nochtans alvorens de werken aangaande de ontsteking door de filamenten van de electriche lampen aan te vatten zullen wij eerst spreken over de proefnemingen op gloeiende draden.

Mijngasontsteking door gloeiende draden.

De navorschingen aangaande de mijngasontsteking door gloeiende draden zijn van belang omdat zij, zooals wij het later herinneren zullen, toelaten den invloed der verschillende factoren, welke in de ontsteking door de filamenten der electriche lampen een rol spelen, te onderscheiden.

Bij het onderzoek der verrassende uitslaggen tot dewelke deze proefnemingen aanleiding hebben gegeven zal men bemerken hoe, vermoedelijk goed bewezen vaststellingen, in twijfel kunnen worden gebracht door wijziging der proefondervindelijke methode.

Davy (1), de uitvinder der eerste veiligheidslamp, had reeds bestatigd dat een ijzerdraad van 0,65 mm. doorsnede, tot op kersenrood verwarmd, de ontsteking van een waterstofstraal veroorzaakte maar dat zijn temperatuur het wit-rood moest bereiken om een mijngasontsteking te bekomen; ook dat een ijzerdraad van 0,05 mm. doorsnede op een temperatuur van rood-wit moest gebracht worden om waterstof aan te steken.

De bevindingen van den vermaarden natuurkundige toonen aan dat de ontsteking van een gas een des te hoogere temperatuur vereischt naarmate de doormeter van den gloeienden draad kleiner is.

Later, omstreeks 1885, werden soortgelijke navorschingen ondernomen door twee duitsche professoren, Wüllner en Lehmann (2).

(1) WURTZ. — Dictionnaire de Chimie. — Verbranding.

(2) An'agen zum Haupt-Berichte der Preussischen Schlagwetter-Commission Band III, Jaar 1886. Uitgever Ernst en Korn, te Berlijn.

Deze proefnemers lieten het ontvlambaar mengsel over den draad stroomen, welke bij voorbaat op eene naar willekeur regelbare bepaalde temperatuur was gebracht. Hunne uitslagen kunnen als volgt samengevat worden :

1°) De vereischte temperatuur voor ontsteking is des te lager naarmate den draad-doormeter grooter is;

2°) De mijngashoudende mengsels worden niet door zilver draden, zelfs op hun smeltingspunt gebracht, ontstoken, maar wel door koperdraden op het oogenblik hunner doorsmelting;

3°) De platinadraadjes van 0,15 mm. doorsnede kunnen smelten in een mengsel met meer dan 9 % methaan, zonder een ontsteking te veroorzaken; deze doet zich nochtans voor in mengsels met 8,5 % of minder methaan;

4°) De platinadraadjes met 0,5 mm. doormeter ontsteken gemakkelijker het 7 % dan het 10 % methaanmengsel; in andere woorden moet de draadtemperatuur maar 1.480° bereiken in het eerste geval tegen 1.700° in het tweede;

5°) De platinadraadjes met 0,95 mm. doorsnede ontsteken het 7 % methaan bevattend mengsel wanneer hunne temperatuur 1.170° bedraagt, dat is een weinig boven de koper-smeltingstemperatuur;

6°) De ijzeren draadjes met 0,75 mm. ontsteken moeilijker de mijngasmengsels dan het platina, 't is te zeggen op hoogere temperaturen.

Deze proefnemingen toonen klaar den invloed aan van den aard van het metaal (platina ontsteekt gemakkelijker dan ijzer), den invloed van den draaddoormeter (het platinadraadje van 0,95 mm. ontsteekt op een lagere temperatuur dan dat met 0,5 mm. doorsnede) alsook den invloed van het gehalte van het mengsel (gemakkelijker ontsteking van mengsels met minder dan 8,5 % methaan).

De ontstekingsmogelijkheid van mijngasmengsels door gloeidraden was dus wel bewezen toen twee fransche proefnemers, Couriot en Meunier, het feit ontkenen in een mededeeling voorgedragen op het Mijncongres, te Luik gehouden van 25 Juni tot 1 Juli 1905.

De proefondervindelijke methode van Couriot en Meunier bestond in het tot gloeien brengen, door den electrischen stroom, van een metalen draad in mijngas atmosfeer met 9,5 % methaan. Het mengsel bevond zich in een proefglas over een waterbad omgekeerd.

Later heeft Hauser (1), Professor aan de Mijnschool van Madrid, die soortgelijke proefnemingen had gemaakt, de negatieve uitslagen van Couriot en Meunier uitgelegd door het methaangehalte van het gebruikte mengsel.

In een 9,5 % methaanomengsel vermindert de oppervlakkige oxydatie van het metaal het zuurstofgehalte, met het gevolg dat het mengsel onontvlambaar wordt in de onmiddellijke nabijheid van den draad.

De armere methaanomengsels, welke dus rijker aan zuurstof zijn, blijven integendeel ontvlambaar, niettegenstaande hunne gedeeltelijke zuurstofverarming.

In den loop hunner mededeeling ontkenden Couriot en Meunier zelfs de mogelijkheid der mijngasontsteking door de electrische gloeilampdraadjes.

Hunne proefondervindelijke methode was de volgende : het 9,5 % methaanomengsel werd in aanraking gebracht met het lampdraadje bij middel van een glazen buisje aan de spits van de glaspeer gesoldeerd.

De proefnemingen werden uitgevoerd met gloeilampen van 40 kaarsen en spanningen van 15, 30, 60, 80 en 110 volt. Een enkele maal slechts heeft zich een ontsteking van het mengsel voorgedaan, en dan nog met een lamp waarvan het gloeidraadje onderbroken was en waarin zich vonken aan het breukpunt voordeden.

Alvorens nochtans onze beschrijving voort te zetten moeten wij herrineren dat een der factoren, welke in de mijngasontsteking door gloeidraadjes een rol spelen, de temperatuur van het metaal is; deze laatste hangt van drie verschijnsels af :

a) Het Joule effect of de verhitting van het draadje, veroorzaakt door den stroomdoortocht;

b) De plaatselijke verbranding van het mengsel in aanraking met het draadje;

c) De oxydatie van het metaal ten nadeele van de zuurstof in het mengsel aanwezig.

(1) HAUSER. Leçons sur le grisou, 1908. — M. Denoël, Professor emeritus der Mijnbouwkunde aan de Hoogeschool van Luik heeft een verslag der proefnemingen van Hauser gegeven in Band XII (jaar 1907) bladz. 1984 en volgende der *Annales des Mines de Belgique*.

Ten einde den rol door de twee eerste verschijnsels gespeeld van dezen van het derde verschijnsel te onderscheiden, hebben de proefnemers der Safety in Mines Research Board achtereenvolgens de ontsteking door platinadraden en daarna de ontsteking door tungsteen-draden onderzocht.

In warme lucht verloopt de oxydatie van platina zeer traag, deze van tungsteen integendeel veel sneller.

De engelsche proefnemingen werden beschreven in het Bulletin 56 (1927) der S. M. R. B. : « The ignition of gases by hot wires ».

De aangenomen proefondervindelijke methode was de volgende :

Het draadje werd gespannen in de as van een glazen cilinder van 1.100 cm³ inhoud, waarvan de uiteinden gesloten waren door rubberstoppen die doorgang verleenden aan de electrische geleidingen en de in- en uitlaatbuisjes van het mengsel.

Na toelating van het mengsel zond men plotselings door den draad den stroom eener accumulatorenbatterij waarvan het debiet bij voorbaat door een niet-inductieve weerstand geregeld was. Men ging na of er al dan niet ontsteking plaats vond.

Door tasten werd de minimum stroomsterkte (igniting current) bepaald welke de ontsteking veroorzaakt.

Hieronder beschrijven wij kort de bekomen uitslagen alsmede de gevolgtrekkingen welke de proefnemers eruit afgeleid hebben.

A. — Platinadraadjes.

a) Draadje van 0.1 mm. doormeter (dit draadje wordt in de lucht door een stroom van 1.95 ampere gesmolten).

Al de mengsels van 4.55 tot 7.5 % methaan worden door een stroom van 1.65 ampere ontstoken.

De ontsteking van het mengsel op 8.1 % methaan vereischt een stroomsterkte van 1.7 ampere. De mengsels welke 8.25 % en meer methaan inhouden worden niet meer ontstoken.

In deze mengsels smelt het draadje bij een stroomsterkte van 1.65 ampere;

b) Draadje van 0.2 mm. (wordt in de lucht door een 5 ampere-stroom gesmolten).

Al de mengsels welke van 4.35 tot 14.40 % methaan inhouden worden door een stroom van 4.2 ampere ontstoken zonder het draadje tot smelten te brengen.

Het 14,65 % methaanmengsel wordt niet ontstoken;

c) Draadje van 0,3 mm. (wordt in lucht door een 8,1 ampere-stroom gesmolten).

De mengsels met 4,3 tot 15,20 % methaan worden door een stroom van 6,6 ampere ontstoken.

Men bemerkt dat het draadje van 0,1 mm. doormeter een min uitgebreide reeks mengsels tot ontsteking brengt dan de 0,2 en 0,3 mm. draadjes. Men ziet ook dat het verschil tusschen den stroom welke de smelting in de lucht verwekt en dezen welke de ontsteking der mengsels veroorzaakt, kleiner is voor het draadje van 0,1 mm. dan voor de twee andere (1,95-1,65, voor het draadje van 0,1 mm., 5-4,2 voor het draadje van 0,2 mm.).

De proefnemers hebben daaruit besloten dat een draadje met een doormeter van iets minder dan 0,1 mm., het mijngas niet zou kunnen ontsteken.

Nochtans indien de temperatuur welke in de nabijheid van het draadje heerscht een positieve factor is, zijn er ook negatieve factoren in aanmerking te nemen, namelijk de warmte-overdraging en de ontstekingsvertraging.

Indien de convectie-bewegingen die zich in het midden der gas-massa voordoen zoodanig zijn dat de aanrakingstijd van het gas met het gloeiend metaal kleiner is dan de ontstekingsvertraging zal den draad het mengsel niet aansteken en kan hij zelfs door smelting onderbroken worden zonder dat zich een ontsteking voordoet.

Het is om dit convectie-effekt te vermijden dat de proefnemers de proefondervindelijke methode aangenomen hebben die erin bestaat, den stroom plotseling doorheen het in het gasmidden geplaatste draadje te zenden.

De invloed van de convectie en bijgevolg van den aanrakingstijd blijkt uit de vergelijkende proefnemingen verricht met een gloei-draadje nu eens horizontaal, dan weer vertikaal geplaatst. Voor een draad van 0,2 mm. is de stroomsterkte vereischt voor de ontsteking 4,2 ampere voor den horizontalen stand en 3,9 ampere voor den loodrechten stand.

De aanrakingstijd der gasmoleculen met het draadje is klaarblijkend langer wanneer dit loodrecht geplaatst is.

Gelijk wij het hiervoren hebben aangeduid heeft het 0,1 mm. draadje de mengsels met meer dan 8,25 % methaan niet aangestoken.

De engelsche proefnemers leggen dit verschijnsel uit door de volgende overwegingen :

De warmte vrij gemaakt door de aanvankelijke methaanverbranding in contact met het gloeidraadje is maximum voor een 9.45 % methaangehalte (dit gehalte stemt inderdaad overeen met de betrekkelijke verhoudingen van lucht en methaan in de theoretische verbranding).

Dit gehalte stemt ook overeen met het temperatuur-maximum in de nabijheid van het gloeidraadje. Hieruit volgt dat voor mengsels met een gehalte onder of boven 9.45 % de draadtemperatuur minder hoog is en de convectiebewegingen minder belangrijk.

Integendeel stijgen de ontstekingsvertraging en de reactie-temperatuur (temperatuur waarbij de verbranding van het mengsel aanvangt) voortdurend met het gehalte.

De mengsels met klein methaangehalte, 't is te zeggen deze met minder dan 8.25 %, worden aldus bij aanraking van het 0.1 mm. draadje tot ontsteking gebracht omdat de ontstekingsvertraging en de reactie-temperatuur betrekkelijk klein en zodoende gunstig voor ontsteking zijn, niettegenstaande de ontoereikendheid van de temperatuur van het draadje. De mengsels rijk aan methaan worden integendeel niet ontstoken omdat de ontstekingsvertraging zoowel als de reactie-temperatuur hooger zijn dan voor de kleine gehalten; de invloed dezer beide voor de ontsteking ongunstige factoren is reeds overwegend vanaf het 9.45 % gehalte welke nochtans overeenkomt met het temperatuur-maximum van het draadje.

Wat er ook van zij, het belangrijkste feit aan het licht gebracht door de engelsche proefnemingen is dat de platina gloeidraadjes een des te kleinere gamma mijngasmengsels ontsteken naarmate hunnen doormeter geringer is; een draadje van minder dan 0.1 mm. doormeter zou dus het mijngas wellicht niet meer kunnen aansteken.

B. — Tungsteen draadjes.

Wegens de oxydeering stelt een gloeiend tungsteen-draadje meer warmte vrij dan een platina draadje.

De minima stroomsterkten welke de ontsteking met tungsteen draadjes veroorzaken, zijn in tabel I aangeduid.

TAFEL I.

Draadjes van 0,1 mm.		Draadjes van 0,065 mm.	
Methaangehalte	Stroomsterkte	Methaangehalte	Stroomsterkte
in %	in amp.	in %	in amp.
6,00	1,68	6,25	1,07
7,05	1,60	6,95	1,05
8,40	1,56	7,90	1,04
9,45	1,58	9,70	1,06
10,65	1,64	11,05	1,11
11,35	1,80	12,30	1,18
13,50	> 2,00	13,60	1,28

Men ziet dat de tungsteen draadjes de gansche reeks mengsels vanaf 6 tot 13,5 % methaan ontsteken en dat de ontstekingsstroom door een minimum gaat voor een gehalte in de nabijheid van 8 %.

Wanneer een stroom van 1,85 ampere gezonden wordt door een tungsteen draadje met 0,1 mm. doormeter; in zuivere lucht geplaatst, oxydeert zich de metaaloppervlakte en vermindert geleidelijk zijne sectie; om deze reden vermeerderd de stroomweerstand en de draadtemperatuur groeit aan tot ten slotte het metaal met vlam verbrandt.

Deze vlam, alhoewel van korten duur (ongeveer 1 milliseconde), kan wegens hare hooge temperatuur, de mijngasmengsels aansteken.

De tungsteen-oxydeering verbruikt een deel der zuurstof uit de omgevende atmosfeer. Hieruit volgt dat de mengsels, ongeveer 8 % methaan bevattende, dus rijker in zuurstof dan wordt vereischt voor de theoretische verbranding (overeenstemmende met 9,45 % methaan) deze zijn waarvan de ontsteking de minimum stroomsterkte vereischt.

De engelsche proefnemers nemen aan dat de ware reden der ontsteking door tungsteen draadjes niet het gloeien van het draadje is maar wel de vlam van het metaal in verbranding.

Door wijziging hunner proefondervindelijke methode, namelijk met door het draadje een betrekkelijk hoogen stroom te zenden en niet meer, als hiervoren aangeduid, den stroom strikt noodzakelijk voor de ontsteking, hebben zij de ontsteking van het mijngas bekomen alvorens de tungsteen-vlam zich voordeed.

Als gevolg op hunne navorschingen besloten de engelsche proefnemers als volgt :

Indien, zoo als bestatigd werd voor de platinadraadjes, de ontsteking zich voordeed voor een betrekkelijk kleine reeks methaan gehalten, zou het mogelijk zijn de electriche gloeilamp-filamenten derwijze te calibreeren dat zij door smelting onderbroken worden alvorens het mijn gas aan te steken.

Maar het gebruik van tungsteen verzet zich tegen de verwezenlijking dezer voorwaarde, want de vlam van het metaal is heet genoeg om de ontsteking te veroorzaken.

Navorschingen van het Nationaal Mijninstituut aangaande de mijn gas-ontsteking door gloeidraadjes.

Wij zijn overgegaan tot een proefondervindelijk onderzoek van de gevolgtrekkingen der engelsche proefnemers in verband met de uitwerking op mijn gasmengsels van platina draadjes met minder dan 0,1 mm. doorsnede.

Maar rekening houdende met de huidige aanschaffingsmoeilijkheden zijn wij verplicht geweest onze navorschingen te beperken tot de 0,035 en 0,040 mm. draadjes gebruikt voor het vervaardigen van electriche detonatoren.

Deze draadjes hadden de volgende kenmerken :

- a) Geiridieerd platina draadje met 20 % iridium, 0,035 mm. doormeter;
- b) Platina-tungsteen draadje (15 tot 20 % tungsteen), 0,040 mm. doormeter.

Deze werden ons kosteloos aangeboden door de Naamlooze Vennootschap « des Explosifs d'Havré » en door de zorgen dezer firma op koperen geleiders gesoldeerd, in lengten van 4 tot 6 mm.

De proefondervindelijke methode was de volgende :

De stroom geleverd door een accumulatorenbatterij werd plotseling door het draadje gezonden gevestigd in het midden eener ontvlambare mijn gasatmosfeer. De sterkte en de duur van den stroom werden met den oscillograaf opgenomen.

Al de opnamen toonen denzelfden gang aan : de stroom na zijne maximum waarde bereikt te hebben vermindert geleidelijk tot op het oogenblik van het smelten van het draadje.

In tafel II hebben wij voor iedere proefneming de maximum en

minimum stroomsterkten, den stroomduur, alsook den uitslag der proefneming aangeduid.

TAFEL II.

N ^r der proefneming	Stroomsterkte in ampere		Stroomduur in millisecond.	Uitslagen : + ontsteking O niet-ontst.
	maximum	minimum		
(Geiridieerde platinadraadjes.)				
1	0,90	0,56	50	O
2	0,68	0,48	84	O
3	0,76	0,52	67	O
4	0,60	0,48	96	O
5	0,60	0,44	142	O
(Platina-tungsteen draadjes.)				
6	0,88	0,52	61	+
7	0,76	0,56	59	O
8	0,96	0,64	40	O
9	0,70	0,48	129	O
10	0,68	0,58	340	O

Op 10 proefnemingen heeft er zich dus maar een mijngasontsteking voorgedaan. Zij werd veroorzaakt door een platina-tungsteen draadje hetgeen den gunstigen invloed tot ontsteking van het tungsteen degelijk kenmerkt.

Navorschingen betreffende de mijngasontsteking door het gloeidraadje der elektrische lampen.

De eerste stelselmatige proefnemingen van mijngasontsteking door elektrische lampdraadjes werden ondernomen in 1910 door de HH. Bolle en Lemaire, Ingenieurs aan het Mijncorps, beide verbonden aan den Staatsproefnemingszetel te Frameries.

Een uitvoerig verslag hierover is verschenen in Band XVI, jaar 1911, blz. 321 en volgende der « Annales des Mines de Belgique ».

Deze proefnemingen hebben zich uitgestrekt tot 15 modellen van gloeilampjes voor draagbare elektrische lampen, waaronder vijf modellen met kooldraadje en de 10 andere met metalen draadje.

De voedingsspanning dezer gloeilampen was 4 volt en de stroomsterkte beliep van 0.4 tot 1.5 ampere.

De proefnemingen werden gemaakt in mijngas-luchtmengsels 8 tot 10 % methaan bevattende, in beweging met een snelheid welke 1 tot 10 m. per seconde beliep gedurende de proefnemingen.

De meerderheid der gloeilampen werden gebroken in het midden zelf der ontvlambare atmosfeer wanneer het draadje zijne regiemtemperatuur bereikt had.

Andere werden gebroken alvorens in het proefnemingsstoestel te worden geplaatst. Daarna werd de stroom door het draadje gezonden na eerst het gehalte en de snelheid van het mengsel geregeld te hebben.

De proefnemingen van Frameries kunnen als volgt gerangschikt worden (zie tafel III).

TAFEL III.

	Gloeilampjes met kooldraadje	Gloeilampjes met metalen draadje
Proefnemingen op gewone spanning en stroomsterkte, gevolgd door ontsteking . .	46	68
Proefnemingen met gewone stroomspanning en stroomsterkte, niet gevolgd door ontsteking	25	22
Proefnemingen niet door ontsteking gevolgd om reden van gelijktijdig breken van glas en draadje	22	31
Proefnemingen welke slechts na overspanning der lamp tot ontsteking aanleiding hebben gegeven	24	15
Totalen	117	134

Wanneer men de abnormale proefnemingen verwaarloost, 't is te zeggen deze voor dewelke het vernietigen van het glas het breken van het draadje veroorzaakt heeft, alsook deze welke slechts na overspanning der lamp ontsteking veroorzaakt hebben, bemerkt men

dat een betrekkelijk groot getal gloeilampjes (25 op 71 met kooldraadje, 22 op 90 met metalen draadje) het mijngas niet aangestoken hebben.

Gelijksoortige proefnemingen als deze in Frameries uitgevoerd werden daarna door verscheidene vreemde proefnemingsstations ondernomen.

In Engeland beproefde het Home Office in 1912 gloeilampen van 2 volt zonder overtuigende uitslagen te bekomen.

Integendeel bevestigden de proefnemingen, in 1916 door het Bureau of Mines der Vereenigde Staten van Amerika uitgevoerd op electrische lampen werkende onder 2 volt spanning, hetgeen in Frameries vastgesteld werd. Men wierp nochtans de hooge ontstekingsgevoeligheid op van het gebruikte gas. Dit bestond inderdaad uit 85 % methaan en 15 % hoogere koolwaterstofverbindingen (ethaan, propaan, butaan), die zooals men weet een geringer ontstekingsvertraging en temperatuur bezitten dan het methaan.

Het vraagstuk werd daarna, in 1926, hervat door de S. M. R. B. (Engeland). De proefnemingen door HH. Wheeler en Shepherd ondernomen zijn verhaald in Paper 36 der S. M. R. B., waaruit wij de voornaamste uitslagen getrokken hebben.

De gloeilampen door de Safety in Mines Research Board bestudeerd waren afkomstig van 4 verschillende fabrikaties waarvan ieder vertegenwoordigd was door 4 typen met respectievelijk verbruik, bij 2 volt spanning, van 0,65, 0,85, 0,95 en 1 ampere. Het filament van al deze lampen bestond uit een tungsteen draadje in den vorm van een halve cirkel gebogen.

Het proefnemingstoestel bestond uit eenen messing cilinder (doorsnede 8 cm., hoogte 20 cm.) voorzien van een kijkgat met spiegelglas en twee buisjes voor den omloop van het mijngasmengsel. De gloeilamp werd in het bovenste gedeelte van den cilinder geplaatst tusschen twee diametraal tegenovergestelde schroeven van buiten bewogen door twee getande knoppen.

Bij middel dezer beide schroeven werd op het glas der gloeilamp een drukking uitgeoefend tot dat de breuk zich voordeed.

Bijna al de gloeilampen welke in een mijngasmidden gebroken werden, ontstaken het mengsel. De eenige gevallen van niet-ontsteking waren deze waarbij men de gelijktijdige breuk van de gloeilamp en het gloeidraadje veroorzaakt had. Mijngasmengsels van verschil-

lende gehalten werden bij deze proeven aangewend maar enkel deze met een methaangehalte onder de 12 % konden aangestoken worden.

De engelsche proefnemers beschrijven als volgt de verschijnsels opgemerkt na het breken der gloeilamp :

Zoodra het glas gebroken is verkoelt het plotselinge binnenstroomen van het omgevende mengsel in de oorspronkelijk luchtledige gloeilamp het gloeidraadje en vermindert gedurende enkele oogenblikken zijn glans.

Daarna komt deze spoedig terug dank zij de warmte ontwikkeld door de oxydatie van het gloeidraadje.

Dit oxydatie-verschijnsel heeft bovendien een geleidelijke vermindering der gloeidraadsectie, een vergroting van zijn ohmschen weerstand en een nieuwe verhooging van de temperatuur van het metaal voor gevolg.

Ten slotte breekt het draadje met vlam-verschijnsel. Ongeveer drie seconden verloopen tusschen het verbrijzelen van het glas en het breken van het draadje.

De ontsteking van het mengsel doet zich slechts voor wanneer het draadje zijn gewonen glans hemomen heeft.

In zekere proeven werd het mengsel ontstoken door de tungsteen-
vlam welke het breken van het draadje vergezelde; in andere, werd ontsteking bekomen terwijl het draadje nog ongeschonden was.

Veiligheidsinrichting der draagbare elektrische lampen.

Zooals wij het in de inleiding hebben doen opmerken, zou het gevaar eener ontsteking door elektrische lampen verdwenen zijn indien men een inrichting kon verwezenlijken welke in staat is de voeding der gloeilamp te onderbreken zoodra het beschermglas een gebrek aan dichtheid vertoont.

In Frankrijk is een soortgelijke inrichting verplichtend; in België schrijft het reglement op mijnverlichting zulks niet voor.

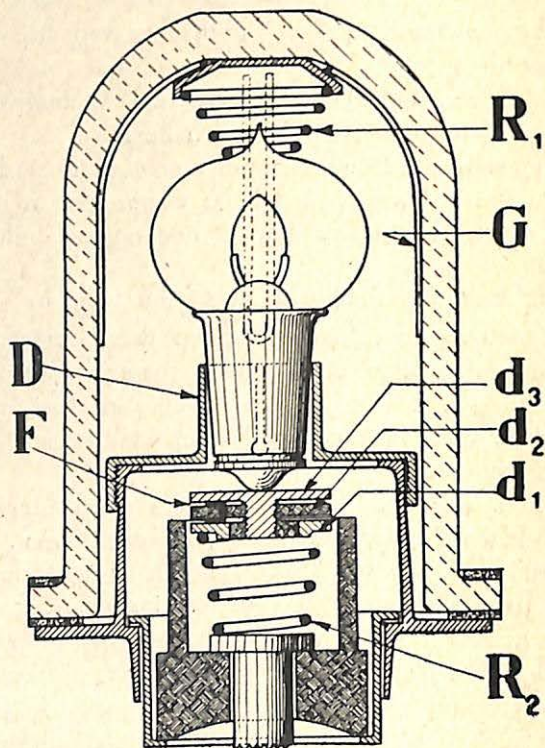
Het Nationaal Mijninstituut heeft nochtans aan de Algemeene Directie van het Mijnwezen de goedkeuring voorgesteld van drie elektrische lampen met een veiligheidsinrichting uitgerust. Het zijn : de lamp model A 2,6 volt van de Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes (besluit 13C/5152 van 10-1-1931); de lamp 2,6 volt 0,6 ampere der S. A. d'Eclairage des Mines et d'Outillage Industriel te Loncin (besluit 13C/5172 van 6-9-1932) en de mijn-gasmeter-lamp Léon-Montluçon op naam van het Comité des Houillères de France aangenomen (besluit 13C/6150 van 29-1-1934).

In principe is deze inrichting dezelfde voor de drie aangenomen lampen; de gloeilamp is tusschen twee veeren gespannen waarvan de eene op den bodem van den beschermingstolp rust en de andere gevormd wordt door de centrale elastische pool welke de stroom aan het centrale poolstuk der gloeilamp toevoert.

Wanneer de stolp door schok verbrijzeld wordt, duwt de centrale veerkrachtige pool de gloeilamp naar boven, doet haar uit de socket-huls komen en onderbreekt zodoende de spijzing van het lamp-draadje.

De figuren 12 en 13 stellen de veiligheidsinrichting der Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes voor.

Wanneer de stolp ongedeerd is (fig. 12) wordt de gloeilamp A gespannen tusschen de veeren R_1 en R_2 waarvan de eerste voldoende druk uitoefend om de gloeilamp in de huls D te houden.



Figuur 12.

Veiligheidsinrichting voor een draagbare elektrische lamp
(stolp ongeschonden).

De stroom wordt aan de gloeilamp toegevoerd door de huls D en door de centrale elastische pool, bestaande uit de veer R_2 en drie op elkander liggende schijven. Schijven d_1 en d_3 zijn uit brons en schijf d_2 uit ebonite vervaardigd.

De verbinding tusschen de twee schijven d_1 en d_3 wordt verwezenlijkt door een smeltbaren draad F welke de schijf d_2 doortrekt.

Wanneer de glazen stomp verbrijzeld wordt (fig. 15), worden de stukken ervan door de klauwen G verwijderd en houdt de veer R_1 , op haren druk op de gloeilamp uit de oefenen. Deze wordt naar boven geduwd door de veer R_2 van de centrale pool.

De voeding van het gloeidraadje wordt zodoende onderbroken. Terzelfdertijd komt de centrale pool tegen de huls D rusten door middel van de drie schijven d_1 , d_2 , d_3 . De accumulator wordt op deze wijze in kortsluiting gesteld door den draad F die aanstonds smelt.

De stroomketen der lamp zodoende onderbroken zijnde is het onmogelijk de lamp terug in dienst te stellen zelfs indien men erin lukt de gloeilamp terug in hare huls te plaatsen en te houden.

De smeltbare draad van 0,5 mm. doormeter bestaat uit een lood- en tin legering smeltende tusschen 120 en 150° C.

Gedurende de aannemingsproeven der lamp van Mariemont-Hayettes hebben wij bestatigd dat dezen draad, in een mijngashoudend midden geplaatst, kon gesmolten worden door den kortsluitingsstroom van den accumulator (twee alkaline cellen, spanning 2,6 volt) zonder een ontsteking van het mengsel te veroorzaken.

De vraag of het al dan niet nuttig was een veiligheidsinrichting in de draagbare elektrische lampen te voorzien, werd eertijds door den S. M. R. B. onderzocht (1).

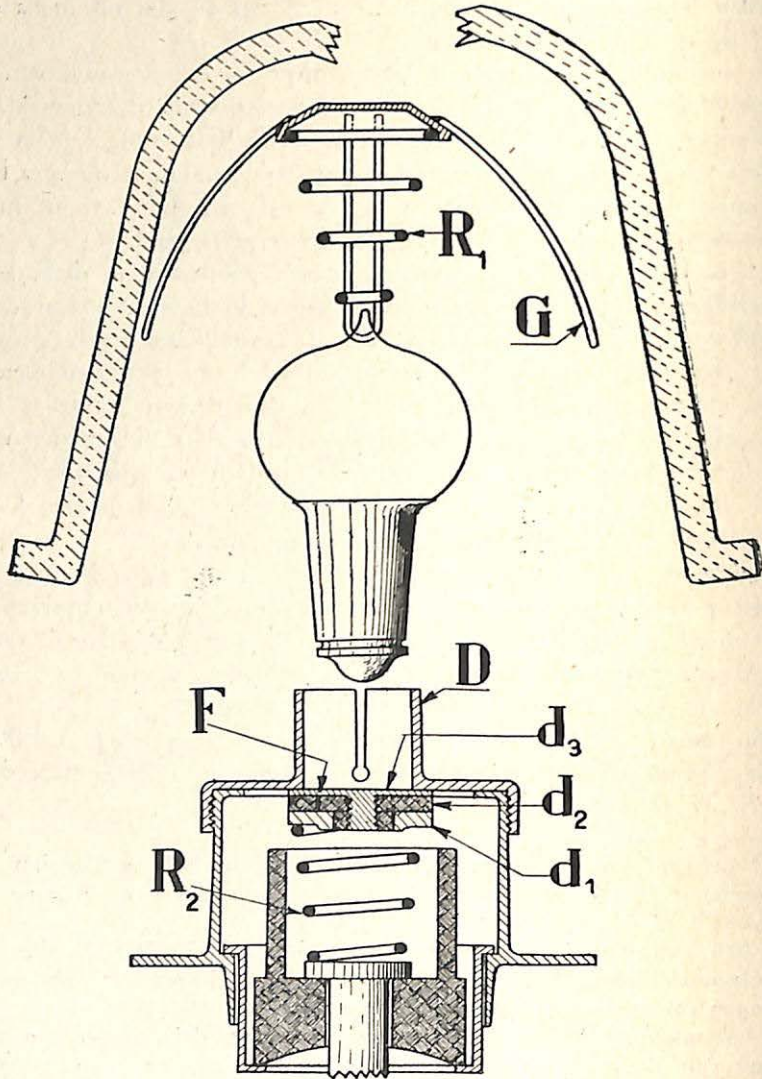
(1) Zie Bulletin n° 80 van den S.M.R.B. (jaar 1933) « The ignition of firedamp by the filaments of electric lamp bulbs » (Allsopp en Thomas).

In 1937 (zie *Annales des Mines de Belgique*, Band XXXIX, blz. 161 en volgende) hebben wij met gloeilampen voor 110 en 130 volt proefnemingen gemaakt gelijkaardig aan deze van de S.M.R.B.

In het ongunstigste geval hebben wij bevonden dat, zonder een aansteking van het mijngas te verwekken, de voeding der lamp 38 milliseconden na het verbrijzelen der peer kon uitgeschakeld worden.

De onderzochte gloeilampen waren bestemd voor het gebruik in een beschermingspantser voorzien van een veiligheidsinrichting welke den stroom hoogstens 8 milliseconden na het breken der glazen beschermingsklok onderbreekt.

Het veiligheidsoverschot beliep dus minstens 30 milliseconden.



Figuur 13.

Veiligheidsinrichting eener draagbare electrische lamp (stolp gebroken).

De engelsche proefnemers hebben den tijd gemeten welke verstrijkt tusschen het breken eener brandende gloeilamp en de onderbreking van den stroom die het draadje doortrekt.

Volgens het belang dezer vertraging greep er al dan niet ontsteking van het omringend mijngashoudend mengsel plaats.

De opgenomen minima tijden voor dewelke er ontsteking volgde zijn in tafel IV aangeduid. (Deze minima zijn door de proefnemers onder den naam van « Minimum delay » aangegeven.)

TAFEL IV.

Minimum tijdverloop om een mijngasontsteking te bekomen.

Type van gloeilamp	Spanning in volt	Stroomsterkte in amp.	Min. tijdverl. in sec.
Luchtledig	2	1,00	0,05
Idem	4	0,75	0,02
Met gasopvulling	4	0,75	0,07
Idem	4	1,00	0,09
Idem	6	0,75	0,12
Idem	6	1,00	0,08
Idem	12	3,00	0,12

Hieruit volgt dat voor een luchtledige gloeilamp, met een verbruik van 0,75 ampere onder 4 volt spanning (tweede geval der tafel) de ontsteking van het mijngas zich nog voordoet, zelfs wanneer de stroom slechts 2 honderdsten van een seconde na het breken der gloeilamp uitgeschakeld werd.

Deze tijd is zeer kort en men mag zich met reden afvragen of een zoo eenvoudig mechanische inrichting als deze, welke in eene draagbare lamp kan geborgen worden, werkelijk in staat zou zijn den stroom in een zoo korten tijd te onderbreken.

Zulke inrichting bezit niet alleen een wisselvallige doelmatigheid. Ze heeft bovendien het nadeel van het getal aansluitingen te vermeerderen in de stroomketen der gloeilamp waarvan het verlichtingsvermogen vermindert.

Deze beschouwingen hebben de « Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes » ertoe gebracht de weglating te overwegen van de veiligheidsinrichting waarvan het nut twijfelachtig bleek. Alvorens nochtans het gezichtspunt van den fabrikant aan te nemen heeft het Nationaal Mijninstituut het noodig geacht nogmaals het vraagstuk der mijngasontsteking door electrische gloeilampdraadjes te onderzoeken.

Navorschingen van het Nationaal Mijninstituut aangaande de mijngasontsteking door de gloeidraadjes der electrische lampen.

Onze proefnemingen bestonden in het breken, in ontvlambare mijngasatmosferen, van gloeilampen waarvan het filament gloeiend was gemaakt door den electrischen stroom eener accumulatorenbatterij.

De peer werd gebroken wanneer het draadje de regime-temperatuur, overeenkomend met een bepaalde en regelbare stroomsterkte, bereikt had.

Na het breken van de peer werd de voeding van het filament voortgezet tot op het oogenblik der smelting.

Men las op den amperemeter den stroom welke door het draadje ging vóór en na het verbrijzelen van het glas; men ging na of er al dan niet ontsteking van het mengsel plaats vond en men noteerde, met behulp van een chronometer, het oogenblik op der doorsmelting.

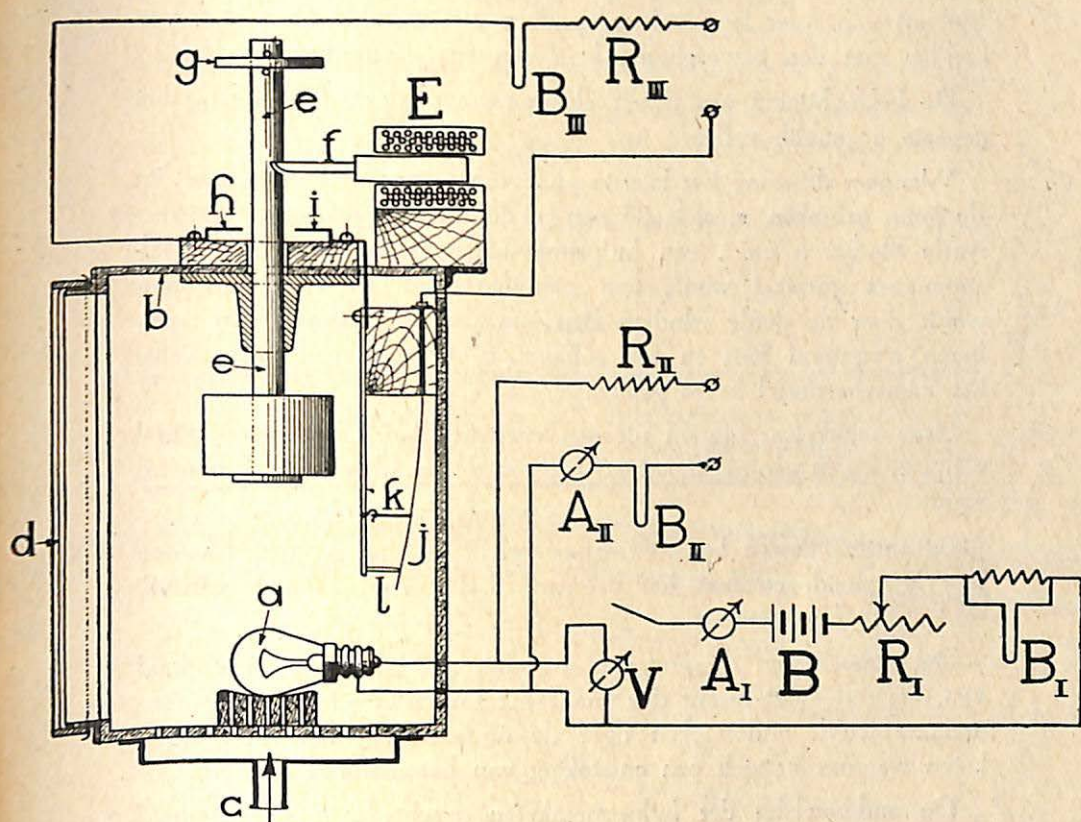
Sommige onzer proefnemingen (67 op 147) zijn het voorwerp geweest eener controle met den oscillograaf.

Te dien einde hebben wij een Siemens oscillograaf met drie windingen gebezigd, welke terzelfder tijd opnamen gaf van den stroom in de gloeilamp, van de toegepaste spanning, van de breuk der peer, van de mijngasontsteking en van het smelten van het draadje. De toestellen zijn geplaatst als aangeduid in het schema van figuur 14.

De gloeilamp (a) werd in een metalen kast (b) van $190 \times 190 \times 290$ mm. geplaatst, waarin het mijngasmengsel door de buis (c) toegevoerd werd.

De vertikale achterwand der kast (plan der figuur) wordt door een glazen raam afgesloten en de linksche vertikale voorzijde, door een papierblad (d).

De inrichting bestemd voor het verbrijzelen der lamp bestaat uit eene stang (e) belast met een schijf (volledig gewicht 2.200 gr.) vallende van 80 mm. hoogte.



Figuur 14 Beproevinginrichting voor gloeilampen met registratie-ketens.

De voeding der gloeilamp wordt verzekerd door een batterij B , waarvan het debiet door den weerstand R_I geregeld en door eenen amperemeter A_I evenals door een geshunteerde winding B_I van den oscillograaf gemeten wordt.

De voedingsspanning van de gloeilamp wordt terzelfder tijd gemeten door den voltmeter V en een tweede winding B_{II} van den oscillograaf. De door de gloeilamp verbruikte stroom wordt door den weerstand R_{II} geregeld en door den amperemeter A_{II} aangeduid.

(De werkelijk door de gloeilamp verbruikte stroom is gelijk aan het verschil van de aanduidingen der amperemeters A_I en A_{II} .)

In het begin der proefneming wordt de breekinrichting op het

toppunt van haar loop gehouden door een metalen lemmer f , verbonden met den beweegbaren kern van een electromagneet E .

De bekrachtiging van dezen electromagneet doet de stang op het gepaste oogenblik vallen.

Wanneer de stang het laagste punt van haren val bereikt heeft en de lamp gebroken is, sluit de pen g , door de aanraking van 2 veerende bladen h en i , een hulpstroomketen welke door het wisselstroom-net gespijsd wordt (50 perioden/sec.) en welke gevormd wordt door de derde winding B_{III} van den oscillograaf, den regelbaren weerstand R_{III} en een schakelaar, binnen in de kast welke het mijngasmengsel bevat geplaatst.

Deze schakelaar bestaat uit een veerend blad f dat door middel van een lus in genitreerd katoen k tegen de metalen stift l gehouden wordt.

Bij ontsteking van het mijngasmengsel brandt het genitreerd katoen met hevigheid, en laat het veerend blad j vrij dat zich van de contactstift l verwijderd.

De opname van de sinusoïde van het net welke tot meetschaal van den tijd dient begint dus vanaf het breken der lamp maar deze opname wordt onderbroken door de onderbreking der hulpstroomketen wanneer er zich een ontsteking van het mengsel voordoet.

De onderbreking der hulpstroomketen geschiedt in werkelijkheid met een zekere vertraging ten opzichte van de mijngasontsteking door het filament der lamp, vermits de voortplanting der mijngasvlam tot aan het nitro-katoen, het verbranden van dit katoen en het in werking treden van het veerend blad f , een zekeren tijd vergen.

Een voorafgaandelijke ijking was dus noodzakelijk; zij werd als volgt uitgevoerd :

Op de plaats door de gloeilamp ingenomen werd een schakelaar aangebracht waarvan de bediening de onderbreking van een inductieve stroomketen verwezenlijkte (electromagneet door gelijkstroom bekrachtigd).

De breukvonk veroorzaakte de ontsteking van het mengsel hetgeen de onderbreking der hulpstroomketen teweegbracht.

Met behulp van den oscillograaf werd tegelijkertijd het onderbre-

ken der inductieve stroomketen en der hulpstroomketen opgenomen; het tijdverloop tusschen beide onderbrekingen vertegenwoordigt de vertraging bij de registratie van de ontsteking van het mengsel.

Daar deze vertraging een functie is van het mijngasgehalte, hebben wij er zorg voor gedragen dit gehalte te doen varieeren gedurende de ijking.

Wij hebben aldus de gemiddelde waarden bekomen welke in tafel V zijn aangeduid.

TAFEL V.

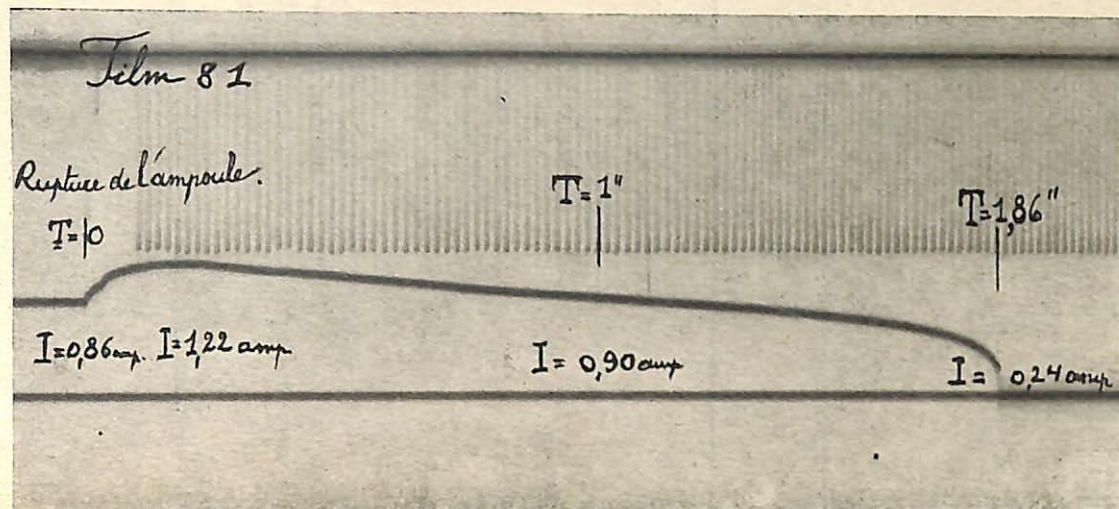
Methaangehalte van het mengsel	Vertraging der registratie van de ontsteking
in %	in milliseconden
7,00	250
7,50	235
8,00	215
8,50	190
9,00	170
9,50	150
10,00	145

Op het oscillogram gaat dus het oogenblik der mijngasontsteking de onderbreking der sinusoïde-opname vooraf en dit met een tijd-afstand veranderlijk met het gehalte, volgens de aanduidingen der tafel.

Het opstellingsschema, hiervoren beschreven en in figuur 14 voorgesteld, werd onder dezen vorm slechts voor de eerste proefnemingen gebruikt.

Naderhand hebben wij ons slechts van de windingen BI en BIII van den oscillograaf bediend welke de stroomsterkte, de breuk der lamp en desgevallend ook de mijngasontsteking registreeren.

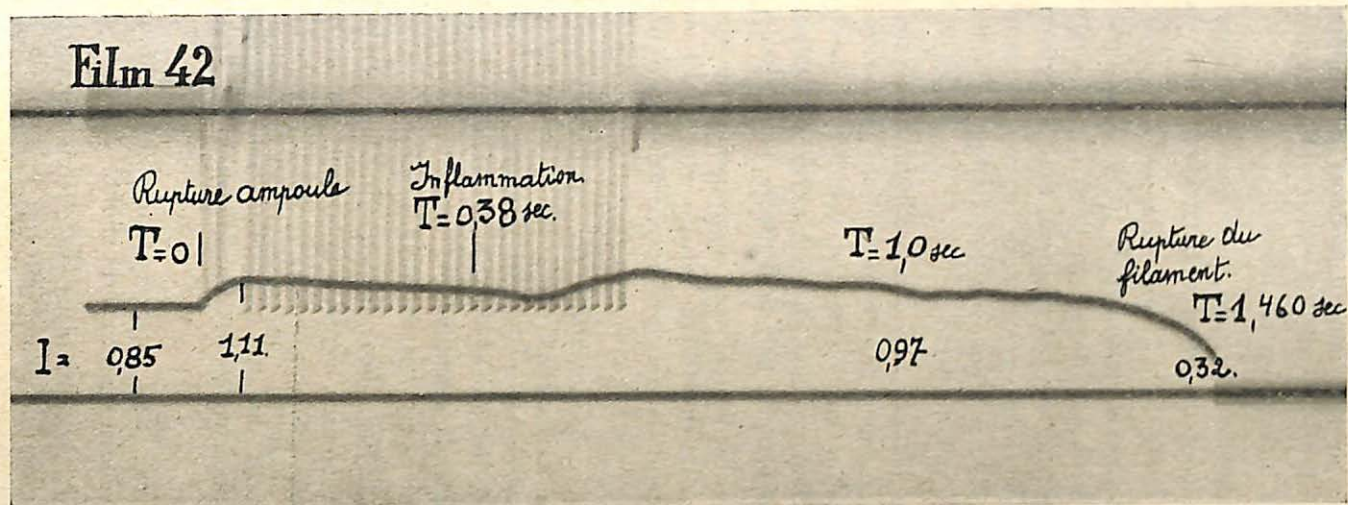
Dit is het geval der twee oscillogrammen voorgesteld in figuren 15 en 16. Het oscillogram 81 (fig. 15) heeft betrekking op een proefneming welke tot geen ontsteking aanleiding heeft gegeven.



Figuur 15.

Oscillogram 81.

Rupture de l'ampoule, — Breuk van de peer.



Figuur 16.

Oscillogram 42.

Rupture ampoule. — Breuk van de peer.

Inflammation. — Onsteking.

Rupture du filament. — Onderbreking van het gloeidraadje.

De voedingsstroom van het filament bedroeg 0,86 ampere vóór, en 1,22 ampere na de breuk van de peer. Het filament smelt 1,86 seconden na het breken van de peer.

De registratie van de sinusoïde gaat voort na de smelting van het filament, hetgeen aantoonde dat er geen ontsteking plaats vond.

Het oscillogram 42 (fig. 16) betreft daarentegen een proefneming welke tot ontsteking aanleiding gaf. Deze doet zich voor op 0,38 seconde na de breuk van de glazen peer. De momenteele verhooging van den weerstand van het filament, toe te schrijven aan de verhitting door de mijngasvlam, veroorzaakt een voorbijgaande daling van de stroomsterkte. De smelting van het filament geschiedt 1,46 seconden na de breuk van de peer.

Men bemerkt aldus het nut van den oscillograaf om de verschillende fasen der proefneming aan te toonen, in het bijzonder wanneer de mijngas-ontsteking en het smelten van het filament kort op de breuk van de gloeilamp volgen, in welk geval de inertie van den amperemeter de juiste opname van den stroom verhindert.

Het gebruik van den oscillograaf voor de opnamen van den stroom geeft nochtans, wegens de shunteering van de winding B₁, aanleiding tot eenen spanningsverval dat de voedingsvoorwaarden van het filament na de breuk der peer lichtelijk wijzigt.

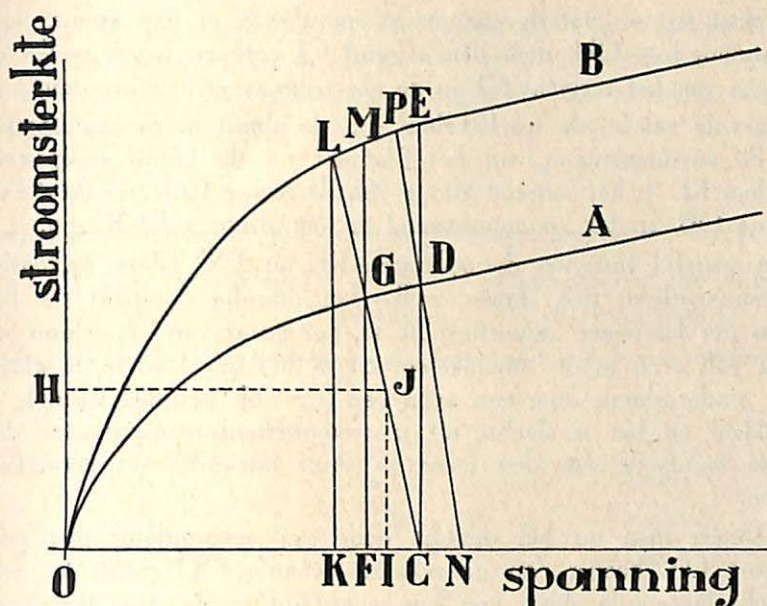
Men zal inderdaad door de studie der oscillogrammen bemerkt hebben dat de stroom vermeerderd zoodra de peer gebroken is. De afkoeling veroorzaakt door het plotselinge binnendringen der omringende atmosfeer vermindert inderdaad den ohmschen weerstand van het filament dat zodoende een grooteren stroom verbruikt dan deze welke voor de breuk der peer was ingesteld.

Nochtans wordt het effect dezer debiet-verhooging gematigd door den shunt welke een ohmsch verval veroorzaakt dat in mindering komt op de accumulator-spanning.

Het filament ontvangt dus na het breken der lamppeer eenen kleineren stroom dan deze welke het zou krijgen in afwezigheid van de shunt.

De aanwezigheid van den regelweerstand heeft natuurlijk nog eenen grooteren invloed dan deze van de shunt.

Deze invloed wordt duidelijk door de stroom-krommen van de heele en van de gebroken gloeilamp (zie fig. 17).



Figuur 17.

Voedingskrommen van een gloeilamp vóór en na de breuk van het glas.

De krommen OA en OB verbeelden den stroom door de normale en de gebroken gloeilamp verbruikt, in functie van de spanning.

Laat ons veronderstellen dat de gewone dienstspanning der gloeilamp 2 volt bedraagt (voorgesteld door de abscis OC).

Wanneer de gloeilamp rechtstreeks door den accumulator gespijsd wordt (zonder tusschenkomst van de shunt) zijn de stroomen vóór en na de breuk, respectievelijk voorgesteld door de ordinaten CD en CE.

Wanneer den oscillograaf-shunt in de stroomketen ingeschakeld wordt, vermindert de spanning aan de klemmen van de gloeilamp met een bedrag gelijk aan $R \times I$ (R : shuntweerstand; I : stroomsterkte).

Laat ons veronderstellen dat de aangelegde spanning nog slechts 1,7 volt weze, en zij OF de overeenkomende abscis. CF gelijk aan $R \times I$ zijnde.

De stroom welke door het filament gaat vóór de breuk is dan FG. Trekken wij de lijn CG.

Merken wij op dat de spanningsvermindering in den shunt, voor een stroom $I' = OH$, door den afstand CI gegeven wordt welke de projectie van het segment CJ op de abscissen-as vertegenwoordigt.

Bijgevolg zal bij de inschakeling van de shunt in de voedingsketen, de voedingsstroom van het filament na de breuk voorgesteld zijn door KL , L het snijpunt zijnde van de rechte CG met de debiet kromme OB , en het spanningsverval in den shunt zal CK zijn.

Het verschil tusschen de ordinaten KL en FM (deze ordinaten vertegenwoordigen den stroom welke het draadje doortrekt na het breken der lamppeer, respectievelijk in het geval van een shunt en een 2 volt accu in de stroomketen, en in het geval waar de gloeilamp zonder shunt, door een accu van 1,7 volt gespijsd wordt), is zeer klein en het is slechts uit nauwkeurigheds-overwegingen dat wij de aandacht van den lezer op deze bijzonderheid getrokken hebben.

Wanneer men nu het draadje door een accumulator met een spanning ON hooger dan de normale waarde OC spijst, is men verplicht buiten de shunt nog een weerstand in de stroomketen te schakelen; deze twee toestellen veroorzaken eene spanningsvermindering NC .

In dit geval zal de stroom welke door het draadje trekt na de breuk van de peer voorgesteld zijn door de ordinaat van het punt P en niet door CE .

Deze overwegingen toonen aan dat de vergelijking der proefnemingen, zonder oscillograaf noch weerstand, met deze voor dewelke men de oscillograaf, met of zonder bijgevoegden weerstand, gebruikt heeft maar doelmatig is wanneer men proefnemingen vergelijkt welke na de breuk van de lamppeer aanleiding hebben gegeven tot een zelfde stroomsterkte.

Onderzoek der proefnemingsuitslagen.

Wij hebben meer in 't bijzonder proefnemingen gemaakt met gloeilampen van Belgisch fabrikaat, namelijk van de Firma « Luxor » waarvan de bestuurder, den Heer Dumont, burgerlijk mijningenieur A. I. Lg., ons aangeboden had om de noodige lampen te verschaffen tot het volbrengen onzer taak.

Wij hebben insgelijks over de medewerking kunnen beschikken van den Heer J. Vorobeitchick, electro-mechanisch ingenieur en

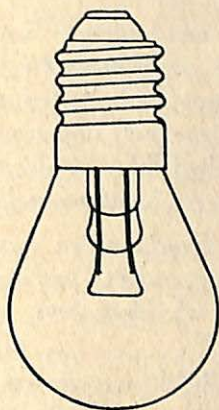
doctor in de natuurwetenschappen. fabricatie-overste dezelfde Firma.

Vijf modellen van Luxor gloeilampen werden bestudeerd. Tafel VI hieronder geeft hunne spannings- en stroomsterkte-kenmerken, alsmede den doormeter der filamenten.

TAFEL VI.

Volt	Model Ampere	Doormeter van het filament in mm.
2,0	0,85	0,065
2,6	0,50	0,049
2,6	1,00	0,075
2,6	1,20	0,081
2,6	1,50	0,095

In al deze modellen is het tungsteen draadje rechtlijnig ('t is te zeggen niet schroefvormig) en heeft de schematische vorm voorgesteld in figuur 18.



Figuur 18.

Schematische voorstelling der beproefde gloeilampen.

Maar alvorens tot de eigenlijke proefnemingen over te gaan hebben wij 32 inleidende proeven verricht op gloeilampjes van uiteen-

loopende herkomst met het doel onze proefondervindelijke inrichting geheel in regel te brengen.

Deze proeven hebben aangetoond dat mijngasmengsels, van 8 % en minder methaangehalte, het gemakkelijkst te ontsteken zijn, 't is te zeggen dat hunne ontsteking de kleinste stroomsterkten vergt.

Deze bestatiging heeft er ons toe geleid, te beginnen van na de proef nummer 50 (algemeen volgnummer) het methaangehalte der mijngasmengsels onder de 8 % te houden.

Alyorens uitvoerig de uitslagen onzer proefnemingen te verhalen zullen wij de vaststellingen vermelden welke zich op bestendige wijze voorgedaan hebben gedurende onze proefnemingen.

Het onderzoek der gloeilamp bewijst dat, onmiddellijk na de breuk van het glas, het filament eerst minder gloeiend wordt; daarna neemt het een temperatuur- of beter een glansregime aan dat gedurende een min of meer langen tijd onveranderd blijft; vervolgens neemt zijn glans meer en meer toe tot het door smelting onderbroken wordt.

Indien men den amperemeter in de voedingsketen beschouwt bemerkt men na het breken der gloeilamp vooreerst een snelle stijging der stroomsterkte gevolgd door eene geleidelijke vermindering van dezen stroom tot aan de geheele verdwijning van het debiet welke gelijktijdig met het smelten voorkomt.

Deze wijzigingen in de aanduidingen van den amperemeter, ten andere bevestigd door de oscillografische opnamen, worden door twee in den tijd achtereenvolgende feiten uitgelegd : vooreerst het plotselinge binnendringen van het mijngasmengsel in de gebroken lamppeer en daarna de geleidelijke oxydeering van het filament in aanraking met het mijngas- en luchtmengsel.

Het eerste feit koelt het draadje af en vermindert zijnen ohmschen weerstand; het tweede, integendeel, verhoogt zijn temperatuur en vermindert zijn doorsnede, waardoor zijn weerstand tegenover den stroomdoortocht vergroot.

Zooals wij het hiervoren hebben opgemerkt, veroorzaakt de ontsteking van het mijngas-mengsel een tijdelijke stijging van den omschen weerstand van het filament en bijgevolg een kortstondige vermindering van den stroom.

Deze vermindering waarvan den duur ten hoogste 0,2 sec. bereikt is natuurlijk alleen maar op de oscillogrammen zichtbaar; met de amperemeter, wegens zijne inertie, kan ze niet bespeurd worden.

De uitslagen onzer proefnemingen zijn in vijf hierna volgende tafels ingedeeld. Deze tafels bevatten elf kolommen in dewelke onderscheidelijk de volgnummers der proeven (bijzonder en algemeen nummer), den aard van de stroombron, de spanning aan de accumulator-klemmen, de spanning aan de klemmen der gloeilamp voorhanden, de stroomsterkte vóór en na het breken der lamppeer, het methaangehalte, den uitslag der proefneming (ontsteking : +; geen ontsteking : O), de tijden verlopen tusschen het breken van de lamppeer, de ontsteking en de breuk van het filament, ingedragen zijn.

De stroombron bestond uit een zure cel of loodcel, ofwel uit twee of drie alcalische of ijzer-nikkel cellen. Deze bronnen zijn in de tafels aangeduid door zure cel. of alc. cel.

In deze tafels zijn de proefnemingen in twee categorieën gerangschikt naargelang zij al dan niet met den oscillograaf opgenomen werden.

Wij hebben de proefnemingen, waarbij terzelfdertijd de breuk van de peer en van het filament ingetreden is niet in de tafel vermeld. Deze proeven, 8 in getal, hebben tot geen ontsteking aanleiding gegeven.

Proeven op de Luxor gloeilampen van 2 volt 0,85 ampere.

De uitslagen zijn in tafel VII ondergebracht. Op 29 proeven hebben er 6 een mijngasontsteking gegeven, nochtans was voor ieder van hen de aan de klemmen van de gloeilamp toegepaste spanning grooter dan deze welke overeenkomt met de normale voeding door een enkel element van een loodaccumulator.

De kleinste bedrijfsspanning (spanning op de gloeilamp toegepast) welke ontsteking veroorzaakt heeft, bedraagt 2,025 volt (proef n^r 20). Opnamen verricht op een draagbare lamp gespijsd door een loodelement duiden daarentegen aan dat de spanning aan de klemmen van een dergelijken accumulator in 't algemeen reeds beneden de 2 volt daalt na slechts 4 of 5 minuten dienst.

Nochtans kwam in de proefneming n^r 20 den stroom overeen met dezen door den fabricant opgegeven, hetzij 0,85 ampere.

Wanneer men nauwkeurig de uitslagen der proefnemingen met den oscillograaf ontleedt bemerkt men dat het niet mogelijk is de

werkingsregiemen in te deelen in gunstige en ongunstige voor ontsteking.

In andere woorden, onze proefnemingsuitslagen vertoonen een aanzienlijke dispersie. De proefneming n^r 20 bij voorbeeld, met een stroom vóór de breuk gelijk aan 0,85 ampere, heeft ontsteking gegeven terwijl de proefneming 28 (stroom vóór de breuk : 0,92) geen ontsteking veroorzaakt heeft.

De andere proefnemingen met den oscillograaf hebben tot soortgelijke onregelmatigheden aanleiding gegeven.

Men mag zich afvragen of deze onregelmatigheden niet voortspuiten uit het feit dat dit type van gloeilampen werkt in omstandigheden welke bijna de veiligheid in geval van breuk zouden verzekeren, met het gevolg dat de minste lichte wijziging in de proefondervindelijke methode of in de vervaardiging der gloeilamp zich nu eens gunstig dan weer ongunstig ten opzichte der ontsteking doet gevoelen.

Men is aldus geneigd te gelooven dat een kleine wijziging in de fabricatie (b.v. in verband met den doormeter van het filament) de gloeilamp van het type 2 volt 0,85 ampere, veilig zou kunnen maken.

Indien men nu op de oscillogrammen de opeenvolging der onderscheidene phasen eener proefneming bestudeert, bestatigt men dat de ontsteking zich voordoet korten tijd na het breken van de lamppeer, maximum na 1,56 sec. proefneming n^r 20) en altijd vóór het smelten van het filament, 't is te zeggen gedurende de geleidelijke vermindering van den stroom.

Proefnemingen met 2,6 volt 0,5 ampere Luxor gloeilampen.

De proefnemingsuitslagen zijn in tafel VIII aangegeven. Op twaalf proefnemingen zonder oscillograaf verwezenlijkt heeft een enkele de ontsteking tot gevolg gehad (proefneming 12), alhoewel den stroom (0,515 amp.) de normale sterkte door den fabricant aangegeven lichtjes overschreed; de spanning (2,45 volt) op de gloeilamp toegepast was nochtans niet overdreven.

De proefnemingen 10 en 11, in dezelfde voorwaarden van spanning en stroomsterkte verwezenlijkt, hebben echter tot geen ontsteking aanleiding gegeven.

Van de drie ontstekingen gedurende deze proefnemingen bekomen, gaat er eene (proefneming 14) met zekerheid het smelten van het

filament vooraf; voor beide andere (proefnemingen 12 en 17) bestaat er twijfel daar zij niet opgenomen werden met den oscillograaf.

Voor dit gloeilamp-type is onze gevolgtrekking dezelfde als voor het vorige geval : een kleine wijziging in de draaddoorsnede zou aan de gloeilamp de vereischte veiligheid, in geval van breuk kunnen verzekeren.

TAFEL VII.

Luxor gloeilampen 2 volt 0,85 ampere. — Doormeter van het filament : 0,065 mm.

Volgnummer		Stroombron	Spanning in volt		Stroomsterkte in amp.		Methaangehalte in %	Uitslag : + ontsteking O geen ontstek.	Tijd in sec.	
bijzonder	algemeen		aan den accu	aan de gloeilamp	vóór het breken der peer	na het breken der peer			der ontsteking	der onderbreek. van het filam.
ZONDER OSCILLOGRAAF										
1	15 ^{ter}	3 alc. cel.	3,80	2,55	0,955	1	10,00	O	1	3
2	15 ^{bis}	id.	id.	2,88	1,010	1	id.	+	2	> 2
3	84	2 alc. cel.	2,65	1,96	0,855	1,250	9,00	O	1	4
4	85	id.	id.	1,96	0,850	1,250	8,75	O	1	13
5	136	1 z. cel.	2,07	1,98	0,840	1,240	8,25	O	1	19
6	69	id.	2,05	1,90	0,825	1,250	7,25	O	1	20
7	71	id.	id.	id.	0,850	id.	id.	O	1	20
8	83	2 alc. cel.	2,65	1,96	id.	1,250	id.	O	1	14
9	135	1 z. cel.	2,05	id.	id.	1,220	8,00	O	1	15
10	134	id.	id.	id.	0,855	1,260	7,25	O	1	19
11	82	2 alc. cel.	2,65	1,98	0,850	1,250	7,50	O	1	19
12	133	1 z. cel.	2,10	2,01	id.	1,000	7,00	O	1	2

MET OSCILLOGRAAF

13	4	2 alc. cel.	2,50	—	0,818	1,200	10,50	O	—	20
14	7	id.	id.	2,17	0,882	1,405	10,25	O	—	4,78
15	15	id.	id.	2,15	0,847	1,268	10,00	O	—	14
16	11	id.	id.	id.	0,867	1,550	id.	O	—	10
17	44	id.	id.	1,95	0,855	1,190	7,25	O	—	20
18	77	id.	2,65	2,00	0,840	1,200	7,50	O	—	15
19	74	id.	id.	id.	id.	1,240	id.	O	—	18
20	45	id.	2,50	2,025	0,850	1,190	7,25	+	1,56	2,56
21	45	id.	2,65	2,00	0,855	1,210	7,25	O	—	20
22	22	id.	2,50	2,14	0,860	1,299	8,00	O	—	30
23	42	id.	id.	2,10	id.	1,110	7,25	+	0,38	1,46
24	81	id.	2,65	—	id.	1,220	7,25	O	—	1,86
25	78	id.	id.	2,14	0,880	1,180	id.	O	—	1,74
26	25	3 alc. cel.	5,80	2,40	0,905	id.	7,75	+	1,20	2
27	80	2 alc. cel.	2,65	2,39	0,910	1,200	7,25	+	0,28	1,755
28	79	id.	id.	2,58	0,920	1,540	7,50	O	—	4,92
29	41	id.	id.	2,40	0,950	1,230	7,25	+	0,58	1,915

TAFEL VIII.

Luxor gloeilampen 2,6 volt 0,5 ampere. — Doormeter van het filament : 0,049 mm.

Volgnummer		Stroombron	Spanning in volt		Stroomsterkte in amp.		Methaangehalte in %	Uitslag : + ontsteking O geen ontstek.	Tijd in sec.	
bijzonder	algemeen		aan den accu	aan de gloeilamp	vóór het breken der peer	na het breken der peer			der ontsteking	der onderbrek. van het filam.
ZONDER OSCILLOGRAAF										
1	53	2 alc. cel.	2,70	2,12	0,480	—	8,75	O	—	27
2	54	id.	id.	2,28	0,500	0,760	id.	O	—	12
3	51	id.	id.	1,87	0,450	0,690	7,25	O	—	37
4	52	id.	id.	id.	id.	id.	id.	O	—	71
5	55	id.	id.	2,30	0,500	0,840	id.	O	—	20
6	55 ^{bis}	id.	id.	id.	id.	—	id.	O	—	12
7	130	id.	id.	2,45	0,510	0,800	8,25	O	—	13
8	131	id.	id.	2,24	id.	0,810	8,00	O	—	16
9	132	id.	id.	id.	id.	0,820	7,00	O	—	11
10	56	id.	id.	2,45	0,515	—	7,25	O	—	3
11	57	id.	id.	id.	id.	0,800	id.	O	—	10
12	50	id.	id.	id.	id.	0,700	id.	+	1	1
MET OSCILLOGRAAF										
13	72	2 alc. cel.	2,65	2,42	0,500	0,840	7,50	O	—	30
14	75	id.	2,70	2,62	0,520	0,880	7,25	+	3,56	>4
15	76	id.	id.	id.	id.	0,800	id.	O	—	10
16	73	3 alc. cel.	3,92	2,64	0,540	0,840	7,50	O	—	50
17	144	id.	3,80	2,80	id.	0,940	7,25	+	13	13

TAFEL IX.

Luxor gloeilampen 2,6 volt 1 ampere. — Doormeter van het filament : 0,073 mm.

Volgnummer		Stroombron	Spanning in volt		Stroomsterkte in amp.		Methaangehalte in %	Uitslag : + ontsteking O geen ontstek.	Tijd in sec.	
bijzonder	algemeen		aan den accu	aan de gloeilamp	vóór het breken der peer	na het breken der peer			der ontsteking	der onderbrek. van het filam.
ZONDER OSCILLOGRAAF										
1	129	2 alc. cel.	2,68	2,18	0,950	1,340	8,25	O	1	21
2	128	id.	2,69	2,20	id.	1,390	id.	O	1	22
3	127	id.	2,74	2,24	0,940	1,380	7,25	O	1	38
4	126	id.	2,62	2,38	0,950	1,360	id.	O	1	6
5	125	id.	2,55	2,40	0,970	1,250	7,00	+	0	2
6	68	id.	2,70	id.	0,973	1,450	7,25	+	4	5
7	66	id.	id.	id.	0,980	1,300	id.	O	1	2
8	67	id.	id.	2,38	id.	1,400	7,25	O	1	9
9	124	id.	2,51	2,48	0,985	1,350	id.	+	0	2
10	121	id.	2,60	2,50	0,990	1,250	7,25	+	0	1
11	120	id.	2,62	2,51	id.	1,340	id.	+	0	2
12	118	id.	2,64	2,61	1,000	1,520	id.	O	1	10
13	123	id.	2,69	2,59	1,010	1,350	id.	+	0	2
MET OSCILLOGRAAF										
14	138	2 alc. cel.	2,56	2,24	0,940	1,340	7,25	O	1	2,7
15	139	id.	2,58	2,26	id.	1,420	id.	O	1	23
16	137	id.	2,57	2,25	id.	1,520	id.	+	16	16
17	140	3 alc. cel.	3,75	2,44	0,980	1,360	id.	O	1	18
18	141	id.	3,75	2,56	1,000	1,520	id.	O	1	21
19	122	id.	4,00	2,68	1,025	1,330	id.	+	1,62	1,7

TAFEL X.

Luxor gloeilampen 2,6 volt 1,2 ampere. — Doormeter van het filament : 0,081 mm.

Volgnummer		Stroombron	Spanning in volt		Stroomsterkte in amp.		Methaangehalte in %	Uitslag : + ontsteking O geen ontstek.	Tijd in sec.	
bijzonder	algemeen		aan den accu	aan de gloeilamp	vóór het breken der peer	na het breken der peer			der ontsteking	der onderbrek. van het filam.
ZONDER OSCILLOGRAAF										
1	87	2 alc. cel.	2,45	2,07	1,075	> 1,500	8,25	O	1	20
2	105	id.	2,59	2,04	1,080	1,520	7,50	O	1	16
3	104	id.	id.	id.	id.	id.	id.	O	1	29
4	105	id.	id.	id.	id.	> 1,550	7,25	O	1	40
5	106	id.	2,58	2,06	id.	> 1,550	id.	O	1	31
6	102	id.	id.	id.	1,085	1,530	id.	O	1	21
7	98	id.	2,60	2,14	1,100	1,550	id.	O	1	3
8	101	id.	2,59	2,16	1,105	> 1,550	id.	+	3	3
9	100	id.	2,60	2,21	1,110	1,360	7,50	+	0	1
10	99	id.	id.	2,22	1,120	> 1,550	id.	+	5	5,5

11	97	id.	id.	2,30	1,140	1,400	id.	+	0	1 à 2
12	89	id.	2,45	2,34	1,150	1,550	7,25	+	1	2
13	96	id.	2,60	2,40	1,160	1,400	7,50	+	0	1
14	95	id.	2,616	id.	id.	> 1,500	7,25	O	—	3
15	94	id.	2,63	2,41	1,173	1,450	id.	+	0	1
16	90	id.	2,72	2,48	1,180	1,500	id.	O	—	2,5
17	88	5 alc. cel.	3,70	3,60	1,200	id.	id.	+	1	—
18	92	2 alc. cel.	2,646	2,62	1,210	1,400	7,50	O	—	2,5
19	91	id.	2,65	id.	id.	1,550	7,25	+	0	2
20	93	id.	2,64	2,61	id.	1,400	7,50	+	0	1

MET OSCILLOGRAAF

21	31	2 alc. cel.	2,60	2,00	1,082	1,460	8,00	O	—	30
22	30	3 alc. cel.	3,90	2,625	1,220	1,450	8,25	+	0,20	1,34
23	32	2 alc. cel.	2,60	2,22	1,230	—	id.	+	0,68	1,93

TAFEL XI.

Luxor gloeilampen 2,6 volt 1,5 ampere. — Doormeter van het filament : 0,093 mm.

Volgnummer	Stroombron	Spanning in volt		Stroomsterkte in amp.		Melhaangehalte in %	Uitslag : + ontsteking O geen ontstek.	Tijd in sec. der ontsteking	Tijd in sec. der onderbrek. van het filam.
		aan den accu	aan de gloeilamp	vóór het breken der peer	na het breken der peer				
ZONDER OSCILLOGRAAF									
1	61	2 alc. cel.	2,60	1	1,200	1,675	7,25	1	57
2	60	id.	id.	1	1,300	1,750	id.	5	7
3	62	id.	id.	1	id.	1,800	id.	1	17
4	64	id.	id.	1	id.	1,825	id.	1	36
5	113	id.	2,46	2,25	1,350	1,900	id.	1	5
6	112	id.	2,47	2,37	id.	2,000	id.	1	12
7	59	id.	2,60	1	1,385	1,950	id.	1	5
8	63	id.	id.	1	1,400	1,700	id.	1	5
9	65	id.	id.	1	1,400	1,800	id.	1	5
10	58	id.	id.	1	id.	1,850	id.	1	1

11	111	id.	2,48	2,45	id.	1,900	id.	+	0	3
12	109	id.	id.	2,46	1,425	1,700	id.	+	0	2
13	108	id.	2,49	id.	id.	1,950	id.	O	-	3
14	110	id.	2,50	2,47	id.	2,950	id.	+	0	2
15	86	id.	2,70	2,60	1,500	1,650	8,50	O	-	3,50

MET OSCILLOGRAAF

16	117	2 alc. cel.	2,60	2,24	1,350	2,100	7,25	+	0	3 à 4
17	116	id.	2,62	2,21	1,360	1,900	id.	O	-	5,52
18	115	id.	2,63	2,22	id.	2,050	id.	+	12	12
19	114	id.	2,66	2,38	1,380	1,925	id.	+	0	1

Proefnemingen met de Luxor gloeilampen van 2,6 volt 1 ampere.

De uitslagen der proefnemingen zijn in tabel IX aangeduid.

Dit type van gloeilampen heeft ontstekingen veroorzaakt terwijl de stroom afgeteekend beneden de normale stroomsterkte, aangegeven door den fabrikant, lag.

De proefneming 16 heeft tot ontsteking aanleiding gegeven alhoewel de stroomsterkte vóór de breuk der peer slechts 0,94 ampere bereikte.

In tegenstrijd met hetgeen gezegd werd betreffende de twee eerste soorten, zijn de 2,6 volt 1 ampere Luxor gloeilampen verre van veilig.

Proefnemingen met de Luxor gloeilampen van 2,6 volt 1,2 ampere.

De uitslagen zijn in tabel X aangeduid.

De kleinste stroom (stroom vóór de breuk) welke een ontsteking verwekt bedroeg slechts 1,105 ampere, stroomsterkte ver beneden de normale stroomsterkte door den fabrikant voorzien (zie proefneming 8).

Deze soort, gelijk de vorige, werkt onder voorwaarden welke tamelijk ver verwijderd zijn van deze welke de gewenschte veiligheid zouden verzekeren.

Proefnemingen met de Luxor gloeilampen van 2,6 volt 1,5 ampere.

De uitslagen zijn in tabel XI aangegeven.

De minimum stroom (stroom vóór de breuk) welke ontsteking veroorzaakt heeft is 1,5 ampere (proefneming 2). Dit type is dus verre van veilig.

Algemeene gevolgtrekkingen.

Gelijk wij het reeds hooger hebben doen opmerken vertoonen de vijf reeksen proefnemingen een belangrijke dispersie; men bekomt inderdaad ontstekingen met stroomsterkten welke uitgesproken lager zijn dan andere welke geen mijngasontvlaming veroorzaakt hebben.

Deze onregelmatigheden zijn bijzonder opvallend bij het type van 2 volt 0,85 ampere.

In de tabel XII hieronder, geven wij voor elk type de hoogste stroomsterkte welke geen ontsteking heeft teweeggebracht en de

laagste stroomsterkte die ontsteking verwerkte. De aangegeven stroomsterkten zijn deze gemeten vóór het breken der lamppeer.

TAFEL XII

Volt	Type Ampere	Maxim. van de stroomsterkten welke tot geen ontsteking aanleiding gaven	Minim. van de stroomsterkten welke tot ontsteking geleid hebben
2,0	0,85	0,84	0,850
2,6	0,50	0,51	0,515
2,6	1,00	0,93	0,940
2,6	1,20	1,10	1,105
2,6	1,50	1,20	1,300

Uit deze tafel blijkt duidelijk dat de twee eerste typen de veiligste zijn en dat, integendeel, de drie andere tamelijk ver van veilig zijn.

Men kan zich afvragen wat de ontsteking verwezenlijkt : den stroom door de gloeilamp verbruikt vóór de breuk van de peer of den stroom doorheen het filament vanaf het oogenblik dat het in aanraking komt met het mijngasmengsel.

Het schijnt logisch te zijn een overheerschenden invloed aan het tweede feit toe te schrijven en nochtans laat de studie der proefnemoingsuitslagen zien dat, hoe hooger de stroom vóór het breken der lamppeer is, des te grooter de ontstekingswaarschijnlijkheid is.

Men bemerkt ook dat de stroom na het breken der lamppeer niet in een wel bepaalde betrekking staat met den stroom vóór de breuk.

Men is zelfs geneigd om een overheerschenden invloed aan den eenen of den anderen dezer stroomen toe te kennen naargelang het oogenblik waarop de ontsteking zich voordoet.

Op drie uitzonderingen na doet zij zich weinigen tijd na het breken der lamppeer voor, en schijnt zoodoende eerder van de temperatuur van het filament vóór de breuk van het glas af te hangen.

De studie der oscillogrammen laat ook nog toe de belangrijke

gevolgtrekking te maken dat de ontsteking meestal veroorzaakt wordt door het gloeien van het draadje en niet door zijn smelting, niettegenstaande de zeer hoge temperatuur (3.370°) waarop deze plaats vindt.

Deze vaststellingen doen den ingewikkelden aard van het ontstekingsverschijnsel van een mijngasmengsel door het gloeidraadje van een lamppeer uitkomen en sporen ons aan om te denken dat het vraagstuk der verwezenlijking eener volkomen mijngasveilige gloeilamp verre van opgelost is, tenminste voor wat de lampen betreft welke een stroomsterkte van 1 ampere en meer verbruiken.

De navorschingen welke het onderwerp dezer nota uitmaken vormen dus enkel een voorafgaandelijken arbeid, waarvan de uitslagen tot grondslag eener diepere studie van het vraagstuk zullen dienen.

J. FRIPIAT.



Doseering van koolstofmonoxyde door middel van zilveroxyde

door

Ad. VAN TIGGELEN, ✓

Doctor in de Wetenschappen,

verbonden aan het Nationaal Mijninstituut te Paturages.

De bepaling van koolstofmonoxyde in de mijnlucht is van groot belang, vooreerst uit hygienisch oogpunt en in dit geval voldoen de gebruikelijke half quantitatieve methoden voor het bepalen van CO-sporen.

Deze methoden zijn hoofdzakelijk : de Montluçon methode gesteund op het te voorschijn komen van een groene tint wanneer een luchtstroom welke CO-sporen bevat, geleid wordt door een buisje gevuld met iodium-pentoxyde op een steunmateriaal, in het bijzijn van rookend zwavelzuur; de Draeger methode, waarin een bruine tint in een palladium zout bevattend buisje te voorschijn treedt.

Wanneer het er integendeel op aankomt, den vooruitgang van een door een branddam afgesloten mijnbrand na te gaan, bestaat een der meest gebruikte middelen in de juiste doseering, op een aantal achtereenvolgende tijdstippen, van de kleine hoeveelheden CO welke achter den dam worden aangetroffen.

Een uitstekende methode werd door onzen voorganger, dhr. L. Coppens, in het Nationaal Mijninstituut uitgewerkt (1).

(1) *Annales des Mines de Belgique*, band 39, blz. 129, 1938.

Deze methode is gebaseerd op de volledige en selectieve oxydeer-
ring van CO tot CO₂ in de tegenwoordigheid van een binair cata-
lysator gevormd door koperoxyde en quartz.

Wij hebben vastgesteld dat de, in het laboratorium van het Insti-
tuut gewoonlijk voor de courante praktijk gebruikten catalysator, zij het
dan ook na verscheidene jaren dienst, zijn eigenschappen verloor en
niet meer toeliet nauwkeurige doseeringen te bekomen.

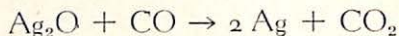
Het ware natuurlijk voldoende geweest dezen catalysator door een
nieuw preparaat te vervangen, maar wij hadden intusschen een
nieuwen catalysator met zilveroxyde als basis beproefd die ons even
zoo juiste uitslagen opleverde als de catalysator met CuO en quartz
als basis.

Het onderwerp dezer nota is de beschrijving van de bereiding
van het zilveroxyde en van de CO-doseeringsmethode.

I. — Bereiding van den catalysator en werkmethode.

a) *Bereiding van het zilveroxyde.*

Merken wij vooreerst op dat de benaming « catalysator » niet
juist is voor het zilveroxyde voor wat de oxydeering van CO tot
CO₂ aangaat, aangezien het hier een eenvoudige chemische reactie
tusschen een vast lichaam en een gas betreft :



Wij zullen nochtans deze benaming behouden uit gewoonte- en
gerieflijkheden. De catalysator is gevormd door zilveroxyde
dat door de reactie van een zilvernitraat-oplossing met een KOH-
oplossing neergeslagen wordt op eenen steun van puimsteen-korrels.

Men lost 8 gr. AgNO₃ op in 100 cm³ water en men laat de
oplossing gedurende 2 dagen in contact met 10 gr. puimsteen in
korrels welke door de zeef van 25 mazen/cm² vallen maar door deze
van 100 mazen-cm² wederhouden worden. Deze korrels zijn op voor-
hand behandeld geweest met kokend HNO₃, daarna gewasschen en
gedroogd.

Het zilveroxyde wordt neergeslagen door er geleidelijk, onder
bestendig roeren, een oplossing van 4 gr. KOH in 50 cc. water aan
toe te voegen.

Na een uur te laten bezinken giet men er het vocht af en wast

men met ongeveer 200 cm³ water door gedurende 10 minuten te schudden; men laat opnieuw een uur bezinken en giet daarna wederom af. Dit wasschen wordt ongeveer 10 maal herhaald.

De brij gevormd door zilveroxyde en puimsteen wordt in den droogoven gedurende 5 uren op 100° gedroogd en wordt vervolgens gedurende 4 uren in een luchtledigen excicator in aanwezigheid van P₂O₅ geplaatst.

De catalysator weegt zoodoende ongeveer 15 grammen.

Hij wordt daarna in het doseeringstoestel gebracht waarvan de beschrijving volgt en waarin hij gedurende 2 dagen op een temperatuur van 270° verwarmd wordt onder een luchtledige van ongeveer 10⁻³ cm. Hg.

Een groote hoeveelheid water komt vrij. De verwarming wordt onderbroken wanneer alle gasontwikkeling opgehouden heeft.

b) *Werkmethode.*

De werkmethode is in alle punten gelijk aan deze door den Heer L. Coppens beschreven; het eenige verschil bestaat in het feit dat de catalysator verwarmd wordt op 220° in plaats van op 270°, hetgeen de gebruikstemperatuur van den catalysator CuO + quartz, was.

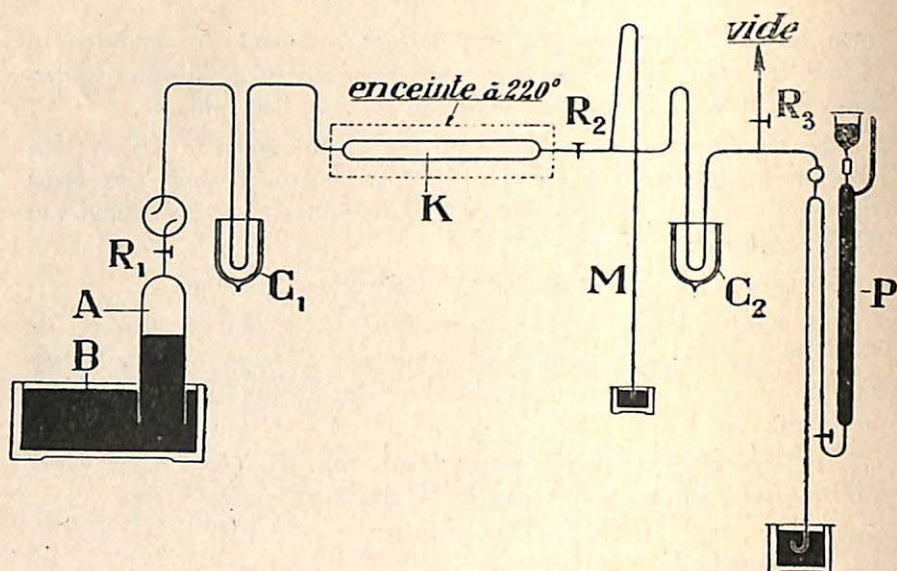
Wij zullen nochtans opnieuw eene beknopte beschrijving geven van het toestel en van de werkmethode, welke reeds uiteengezet werd in de reeds aangehaalde publicatie.

Een kwikzilver-stolp A met een inhoud van ongeveer 500 cm³ op een kwikzilverkuip B geplaatst, dient tot het inbrengen van het te ontleden monster (in 't algemeen 500 cm³).

De condensator C₁, verkoeld tot -80° door een mengsel van koolzuursneeuw en acetone, is bestemd om de vochtigheid te weerhouden. Het gas wordt daarna in aanraking gebracht met den catalysator in het buisje K, verwarmd op 220° door een aluminium oven.

Wanneer het CO₂, dat door de oxydatie van het CO gevormd werd, door den condensator C₂ verkoeld door vloeibare lucht trekt, wordt het verdicht en de kwikzilver-tromp P laat de extractie van het gasmonster toe.

Door middel van een afleiding achter de kraan R₃ aangelegd kan snel een volledig vacuum bekomen worden dank zij een kwikzilverdamp-pomp gevolgd door een roteerende oliepompe.



Toestel voor het doseeren van koolstofmonoxyde-sporen.

De werkwijze is zeer eenvoudig : een nauwkeurig gemeten monster (ongeveer 300 cm³) zorgvuldig van CO₂ bevrijd (door verdichting met vloeibare lucht, hetgeen bovendien al de koolwaterstofverbindingen buiten het methaan verwijdert) wordt in A ingebracht nadat het toestel zorgvuldig luchtledig is gemaakt en het kwikzilver lichtjes de kraan R₁ overschrijdt.

Wanneer men deze kraan een weinig opent dringt het gas geleidelijk het toestel binnen doorheen den condensator C₁ waar het van de vochtigheid bevrijd wordt; daarna wordt het geleid over den catalysator in K verwarmd op 220°, waar de reactie CO → CO₂ plaats grijpt en dan door den condensator C₂, waar het CO₂ weerhouden wordt.

Wanneer al het gas in het toestel ingeleid is vangt men aan met de extractie ervan door middel der kwikzilvertromp en als men de helft ervan aan het onderste gedeelte der pomp P opgevangen heeft, wordt dit terug in A ingebracht. De oxydatie is na enkele doortochten beëindigd; praktisch verrichten wij 5 doortochten, hetgeen ruimschoots voldoende is.

Na den laatsten doortocht wordt het gas volledig verwijderd door de kraan R₃ te openen en men drijft de luchtledigheid van het

toestel zoo ver tot men er niet meer in lukt met de pomp P nog de minste gassporen te bekomen. Daarna sluit men R_2 en R_3 ; men verwijdt de vloeibare lucht van C_2 ; het CO_2 ontwijkt en kan met pomp P uitgetrokken en in een proefbuisje opgevangen worden. De meting van het volume CO_2 geeft ons rechtstreeks de hoeveelheid CO welke aanvankelijk in het monster aanwezig was.

Het is klaarblijkelijk dat de catalysator vernieuwd moet worden wanneer al het zilveroxyde reduceerd is; hij laat toe een groot getal ontledingen te verrichten daar de ons toegezonden monsters in 't algemeen minder dan 1 % CO bevatten. De kleur van den catalysator verandert ten andere van een zwart-bruine tint tot een bleekgrijze bijna witte tint.

II. — Verificatie van de methode.

Wij hebben verscheidene controle-proefnemingen verricht uitgaande van mengsels met een bepaald CO-gehalte. Te dien einde brengen wij in A ongeveer 270 cm³ lucht, met een gekend volume CO, binnen.

In sommige dezer proefnemingen (zie kolom « Bemerkingen » der tafel I) hebben wij eveneens methaan en waterstof toegevoegd ten einde de samenstelling te verwezenlijken van de gassen welke gewoonlijk aan onze ontledingen onderworpen worden.

Men kan bestatigen dat de aanwezigheid van CH_4 en H_2 nauwelijks de uitslagen beïnvloedt.

Het dient nochtans opgemerkt dat ook de waterstof quantitatief geoxydeerd wordt door het zilveroxyde op de temperatuur van 220°.

De bekomen uitslagen zijn dus uitmuntend en gaan de gewenschte nauwkeurigheid voor deze soort ontledingen ver te boven. Deze methode is voorzeker een der nauwkeurigste voor het doseeren van kleine hoeveelheden CO.

Het dient opgemerkt dat wij ten andere de reactie $Ag_2O + CO \rightarrow 2 Ag + CO_2$ bestudeerd hebben; deze laatste doet zich voor, tot op de gewone temperatuur, met een niet te verwaarlooze snelheid.

Het vervangen van koperoxyde door zilveroxyde brengt aldus een vermeerdering van de gevoeligheid der methode teweeg daar de snelheid der reactie $Ag_2O + CO$ grooter moet zijn dan de catalytische oxydeeringreactie van CO in het bijzijn van CuO, op dezelfde temperatuur.

TAFEL I

Nr der proefneming	Ingebracht CO-volume	Terug gevonden CO-volume	Verskil Δ	Bemerkingen
	cm ³	cm ³	cm ³	
1	0,162	0,179	+0,017	Het monster bevatte bovendien 0,785 cm ³ zuiver CH ₄ .
2	0,280	0,300	+0,020	Het monster bevatte bovendien ongeveer 20 cm ³ zuiver CH ₄ .
3	1,268	1,270	+0,002	Het monster bevatte bovendien ongeveer 18 cm ³ zuiver H ₂ en ongeveer 46 cm ³ zuiver CH ₄ .
4	2,268	2,268	0,000	
5	6,064	6,150	+0,086	
6	6,590	6,600	+0,010	
7	1,886	1,887	+0,001	
8	0,386	0,413	+0,027	

Het is ons zeer aangenaam hier onze hulde te betuigen aan den Heer Professor Ad. Breyre, welke op zoo uitmuntende wijze het bestuur van het Nationaal Mijninstituut waarneemt.

III. — Besluit.

Het gebruik van zilveroxyde als oxydeeringsmiddel voor CO laat toe een uiterst gevoelige doseeringsmethode voor CO-sporen in gasmonsters te bekomen.

Wij geven hier de beschrijving van de bereiding van den catalysator, van het CO-doseeringstoestel, van de werkmethode evenals de uitslagen van de controle-proefnemingen.

Nationaal Mijninstituut, Paturages.

16. — SLOTWOORD

Door deze beknopte uiteenzetting onzer werkzaamheden ziet men dat wij onzen tijd aan al de voorgekomen mogelijkheden besteed hebben; het controlewerk heeft natuurlijk een groot deel van onzen tijd in aanspraak genomen, in het bijzonder de mijngascontrole onzer luchtuittrekkende galerijen. Wij hebben een belangrijke vermindering der aanvaardingën van het mijngasveilig electrisch materieel bestatigd. Als gevolg eener dikwijls voorkomende dwaling, worden in moeilijke tijden de veiligheidskosten licht als weelde aanzien door vele verbruikers.

Niettegenstaande de moeilijkheden van het oogenblik hebben wij onze zending eer kunnen aandoen, ondanks de hindernissen door de oorlogsomstandigheden, veroorzaakt.

Wij brengen hulde aan den ijver en de toewijding door geheel het personeel in het volbrengen zijner kiesche taak betuigd.

Pâturages, den 25 April 1942.

De Inspecteur Generaal der Mijnen
Beheerder-Directeur van het Instituut,
Ad. BREYRE.

