

VERSLAG  
OVER DE  
WERKZAAMHEDEN  
IN 1945-46  
VAN HET  
**Nationaal Mijninstituut**  
TE FRAMERIES-PATURAGES

DOOR

Joseph FRIPIAT,

Hoofdingenieur der Mijnen,  
Beheerder-Bestuurder van het Instituut.

---

INHOUDSOPGAVE

I. <i>Werken betreffende de springstoffen en de slagpijpjes</i>	179
1. <i>Verschillende keuringen van springstoffen</i> ... ..	179
a) <i>Controleafvuringen met S.G.P.-springstoffen</i> . ...	179
b) <i>Studie van door de N.V. « Poudreries Réunies de Belgique » voorgestelde formules van niet-S.G.P.-springstoffen</i> ... ..	180
c) <i>Studie van twee door de « Fabrique Suisse d'Explosifs », te Dottikon, voorgestelde formules</i> ...	182

2. Studie van ongevallen te wijten aan het gebruik van springstoffen ... ..	183
a) Mijngasontvlaming van 20 Maart 1946, in de bedrijfszetel St-Antoine van de mijn « Ouest de Mons » .. .. .	183
b) Ongeval van 7 Mei 1946 in de bedrijfszetel Sacré-Français van de « Charbonnages Réunis de Charleroi » ... .. .	189
c) Ontvlaming van 25 November 1946 in de bedrijfszetel Boverie van de « Charbonnages de Marihay » te Seraing ... .. .	192
3. Studie van de veiligheidshuls ... .. .	196
4. Studie van de incidenten bij het springwerk ... .. .	201
5. Samenstelling van de gassen die gevormd worden bij het afvuren van ladingen in een mortier ... .. .	203
6. Studie van de tijdslagpijpjes ... .. .	207
a) Overzicht van de keuringsmethoden ... .. .	207
b) Studie van de slagpijpjes der « Dynamit Aktien Gesellschaft » ... .. .	209
c) Studie van de slagpijpjes der firma « Atlas » ... .. .	212
7. Studie van een veiligheidsohmmeter ... .. .	218
II. Studie van een ongeval te wijten aan een defecte benzinelamp ... .. .	220
III. Verlichting door draagbare elektrische lampen Aanneming van zes nieuwe lampen ... .. .	228
IV. Opzoeken nopens de ontvlaming van mijngas door de gloeidraad van draagbare elektrische lampen ... .. .	231
a) Overzicht van de voorgaande opzoeken ... .. .	231
b) In 1946 gedane opzoeken ... .. .	233
V. Opzoeken nopens de ontvlaming van knalgas in de draagbare elektrische lampen ... .. .	243
a) Opzoeken nopens de dichtheid der draagbare elektrische lampen ... .. .	244

b) Opzoeken betreffende de ontvlaming van knalgas door accumulatorvonken ... .. .	252
c) Studie van de gasontwikkeling in alkalische lampen na de lading ... .. .	257
d) Studie van de gasontwikkeling bij de ontlading ... .. .	266
VI. Opzoeken betreffende het mijngasveilig elektrisch materieel ... .. .	271
Fluorescentieverlichting .. .. .	271
VII. De strijd tegen het stof ... .. . (van het standpunt uit van hygiëne)	274
VIII. In 1946 nagezien divers en elektrisch tuig ... .. .	274
IX. Werkzaamheden van het scheikundig laboratorium... .. .	275
X. Laboratorium voor wetenschappelijk onderzoek ... .. .	276
Opzoeken betreffende de verbranding van methaan	276

NATIONAAL MIJNINSTITUUT  
TE FRAMERIES-PATURAGES

---

Verslag over de  
**Werkzaamheden in 1946**

DOOR

Joseph FRIPIAT,  
Hoofdingenieur der Mijnen,  
Beheerder-Bestuurder van het Instituut.

---

**I. WERKEN BETREFFENDE DE SPRINGSTOFFEN  
EN DE SLAGPIJPJES**

**I. Verschillende keuringen van springstoffen.**

**α) Controleafvueringen met S. G. P.-springstoffen.**

In de loop van het jaar 1946 hebben wij drie en veertig ladingen S.G.P.-springstoffen in de mortier afgevuurd, waarvan een en twintig in een mijngasatmosfeer en twee en twintig in aanwezigheid van kolenstof.

De ladingen kwamen bijna uitsluitend voort van monsters, welke genomen werden in de distributiemagazijnen der mijnen.

Twee monsters Flammivore, drie Matagnite, drie Nitrocoop-

palite, twee Sabulite, vier Triamite en acht Alkalite werden beproefd.

Er deed zich geen enkele ontvlaming voor bij de afvuring in een mijngasatmosfeer.

De controle in een stofrijke atmosfeer daarentegen gaf verschillende resultaten, volgens de wijze waarop de ontvlambare stofwolk opgejaagd werd.

Wij hebben geen ontvlaming waargenomen, wanneer het stof gewoon met de hand in de galerij geworpen werd. Sommige S.G.P.-springstoffen daarentegen veroorzaakten een ontvlaming, wanneer de atmosfeer vooraf hevig in beweging gebracht was door de ontploffing van een patroon in een papieren zak vol stof.

De tweede manier van doen maakt de proef veel strenger; zij is een betrekkelijk trouwe weergave van wat er in werkelijkheid bij springwerk met tijds slagpijpjes gebeurt: de ladingen ontploffen dan immers in een stofwolk, die door de er vóór ontplofte ladingen werd opgejaagd.

Het ingebrekeblijven van sommige S.G.P.-formules toont aan, dat men niet voorzichtig genoeg kan zijn bij de keuze van springstoffen die bestemd zijn om, met tijds slagpijpjes, in de kolenlagen gebruikt te worden.

\* \* \*

**b) Studie van door de N. V. « Poudreries Réunies de Belgique » voorgestelde formules van niet-S.G.P.-springstoffen.**

Op verzoek van de « Poudreries Réunies de Belgique », hebben wij vijf springstoffen bestudeerd die, wat de samenstelling betreft, merklijk afwijken van de thans in België aangenomen S.G.P.-formules.

De onderzochte springstoffen zijn aangeduid in tabel I.

Alhoewel ze niet leidde tot de aanvaarding van een springstof, was deze studie niet belang ontbloot. De twee springstoffen « Securit » deden inderdaad door hun hoge nitroglycerine- en natriumchloridegehalten terugdenken aan sommige springstoffen, die, ten gevolge van de eerste proeven van Frameries, eertijds als mijngasveilig werden aangenomen.

TABEL I.

Bestanddelen	Securit		Wetter-Nobelit	Agesid	Ammon-Cahucite
	A	B	B		III
Nitroglycerine	40,0	35,0	30,0	41,9 <sup>1</sup>	—
Nitrokatoen	1,9	1,5	—	—	—
Ammoniumnitraat	24,0	25,5	26,5	24,0	80,0
Trinitrotolueen	—	—	—	—	18,0
Houtmeel	—	—	0,50	—	2,0
Oplossing met 50 %					
calciumnitraat	—	—	3,0	—	—
Natriumchloride	54,1	40,0	40,0	—	—
Kaliumchloride	—	—	—	54,09	—

De drie andere formules stellen Duitse springstoffen voor; Wetter-Nobelit is een mijngasveilige.

Hier volgt een kort overzicht van onze vaststellingen tijdens de opzoekingen in de proefnemingsgalerij.

**SECURIT A.**

In mijngas: 9 patronen verwekken geen ontvlaming welk ook de gebruikte mortier (35 mm of 55 mm) zij.

In stof (kolen met 30 % vluchtige bestanddelen): vier in de gewone mortier (55 mm) afgevuurde patronen verwekken de ontvlaming, zelfs dan, wanneer het stof met de hand in de galerij geworpen wordt.

In dezelfde voorwaarden volgt er geen ontvlaming met drie patronen.

**SECURIT B.**

In mijngas, is de grenslading, bij gebruik van de mortier van 55 mm, 700 gr.

In met de hand opgejaagd stof is deze grenslading 900 gr bij gebruik van de mortier van 55 mm (1).

(1) Het was ons niet mogelijk meer dan 9 patronen te plaatsen; het gewicht springstof, dat een ontvlaming verwekt, kan dus groter zijn dan 900 gr.

Wanneer de stofwolk verwekt wordt door de ontploffing van een patroon in een zak met 3 kg stof, is de grenslading 700 gr bij gebruik van de mortier van 35 mm en 600 gr bij gebruik van die van 55 mm

#### WETTER-NOBELIT.

Grenslading in de mortier van 55 mm :

900 gr in mijngas,

900 gr in kolenstof (wolk gevormd door de ontploffing van een patroon springstof).

#### AGESID.

500 gr ontsteken zowel mijngas als een stofwolk verwekt door de ontploffing van een patroon springstof.

#### AMMONCAHUCITE.

300 gr ontsteken mijngas alsook stof dat in zwevende toestand gebracht werd door de ontploffing van een patroon springstof.

\* \* \*

#### c) Studie van twee door de « Fabrique Suisse d'Explosifs à Dottikon » voorgestelde formules.

De Zwitserse springstoffenfabriek, te Dottikon, heeft ons gevraagd de twee volgende formules te beproeven in de galerij :

Bestanddelen	Wetter Argovit I	Wetter Aldorfit I
Nitroglycerine	29,2	4,00
Ammoniumnitraat	29,0	71,00
Trinitrotolueen	2,0	—
Dinitrotolueen	—	2,00
Houtmeel	—	5,00
Collodiumwol	0,8	—
Natriumchloride	59,0	20,00

De afvuringen in de galerij gaven de volgende uitslagen :

*Wetter Argovit* : in mijngas : 600 gr, ontvlaming ;  
500 gr, geen ontvlaming ;  
in kolenstof (in zwevende toestand gebracht met de hand) : 600 gr, geen ontvlaming.

*Wetter Aldorfit* : 900 gr ontsteken, noch het mijngas, noch het kolenstof, zelfs wanneer dit in zwevende toestand gebracht werd door de ontploffing van een patroon springstof.

## 2. Studie van ongevallen te wijten aan het gebruik van springstoffen.

In de loop van het jaar 1946 heeft het Mijnwezen ons gevraagd drie ongevallen, die zich bij het schietwerk voordeden, te bestuderen.

### a) Mijngasontvlaming van 20 Maart 1946 in de bedrijfszetel St-Antoine van de « Charbonnages Unis de l'Ouest de Mons ».

Deze ontvlaming deed zich voor bij een afvuring van dynamiet n° III, aan het houwfront van een steengang van 850 m lengte, welke in noordelijke richting gegraven werd.

De schietmeester en vier arbeiders die, op het ogenblik van de afvuring, bij het begin der schietleiding stonden op 117 m van het houwfront, werden omvergeworpen en ernstig verbrand.

Wat de calorische en mechanische uitwerkselen der ontploffing betreft, leidde het onderzoek tot de volgende vaststellingen :

Er waren sporen van verbranding zichtbaar op de betimmering van af 19 m van het houwfront en dit over een afstand van 12,5 m naar het begin van de steengang toe. Op de plaats, waar het personeel zich bevond, was een kledingstuk, dat daar aan de betimmering was opgehangen, gedeeltelijk verkoold.

Een monteerder, die op 170 m afstand van het houwfront in de steengang aan het werk was, werd door de verplaatste lucht en het meegejaagde stof omvergeworpen ; hij werd echter niet door de vlam geraakt.

De wagentjes, die nabij het houwfront stonden, waren op de sporen, op 10 cm afstand van elkander aangehaakt blijven staan.

De twee laatste wagentjes echter aan het zuidelijk uiteinde van een sleep, op 75 m afstand van het houwfront, waren het eene ontspoord, het andere omgekanteld.

Op 87 m van het houwfront waren de stijlen recht blijven staan, tegen de wand aangedrukt.

Op 145 m, m.a.w. op het uiterste punt dat door de vlam bereikt werd, werd een koffer van planken van 15 à 20 mm dikte, waarin de schietmeester zijn patronentas opborg, helemaal uiteengerukt teruggevonden. Op dezelfde plaats vond men een zeer vervormde hoed alsmede een stuk leer van een andere hoed.

De blazende verluchtungskoker van plaat van 3 mm dikte, die gevormd was uit elementen van 3 m lengte en 60 cm diameter, ging tot op 19 m van het bouwfront.

Slechts één buis was beschadigd, de tiende vanaf het houwfront, m.a.w. op 48 m afstand daarvan. Deze buis was geopend over een lengte van 1,50 m volgens een overlangse lasnaad, waarvan de boorden naar buiten waren omgeplooid. Deze buis was dus over de halve lengte ruw toegedrukt.

De helicoïdale ventilator, eindelijk, van het type Aerex, die op 250 m van het houwfront was opgesteld, was niet beschadigd.

Op het ogenblik der ontploffing was hij stilgevallen en hierdoor waren de smeltzekeringen van de elektrische aandrijfmotor (motor van 10 P.K.) gesmolten.

In 't kort, er was noch spoor van verbranding, noch spoor van drukking zichtbaar over de 20 laatste meter van de steengang; de vlam echter had zich uitgebreid over ongeveer 125 m en de mechanische uitwerksels waren merkbaar in de steengang tot op ten minste 170 m afstand van het houwfront.

Volgens de verklaringen van de schietmeester, was de afwezigheid van mijngas vastgesteld, onmiddellijk vóór de afvuring, tot op een afstand van 25 m van de ladingen. De laatst doorsneden gesteenten waren ten andere zandsteenbanken, op een laagje van enige millimeter kolen na, dat maar even te zien was aan de bovenkant der galerij.

Na het ongeval werd herhaaldelijk de aanwezigheid van mijngas in de steengang waargenomen.

Eén uur na het ongeval kon een ingenieur van de bedrijfszetel, uit hoofde van de aanwezigheid van ontvlambaar gas, de galerij slechts onderzoeken tot op 270 m van het houwfront.

Vijf dagen na het ongeval werden er wolken mijngas waargenomen op 26 m, 32 m, 48 m en 73 m afstand van het houwfront. Op het laatste punt had men het graven gedurende verschillende maanden moeten stopzetten ter oorzaak van een « blazer » met een debiet van 200 liter per seconde.

Op 2 April, ten slotte, werd er een laag mijngas gevonden tegen het dak der galerij tussen de punten gelegen op 46 m en 73 m van het houwfront.

Het is interessant de vaststellingen betreffende de lengte der vlam te vergelijken met de proefondervindelijke uitslagen, die door dhr Burgess worden aangehaald in het « Paper 42 » (jaargang 1942) « Firedamp Explosions, The Projection of Flame » van het « Safety in Mines Research Board ».

Deze onderzoeker bepaalde de grootste afstand, welke een mijngasvlam, bij ontsteking door een elektrische vonk op het einde van een galerij van 190 m lengte en 2,25 m diameter, bereikt.

Hier volgen enige uitslagen van deze studie.

Lengte van het mijngashoudende gedeelte der galerij 8,00 m		
Methaan- gehalte in %	Lengte der vlam in het midden der galerij	Verhouding : Lengte der vlam op lengte van het mijngashoudend gedeelte der galerij
6,5	18	2,2
7,9	27	3,3
9,1	30	3,7
10,9	36	4,4
11,1	30	3,7

Lengte van het mijngashoudende gedeelte der galerij 16,00 m		
Methaan- gehalte in %	Lengte der vlam in het midden der galerij	Verhouding : Lengte der vlam op lengte van het mijngashoudend gedeelte der galerij
9,5	54	3,37
9,8	54	3,37
10,7	66	4,1
11,5	48	3,0

De lengte der vlam hangt van het methaangehalte af; ze kan 4,4 maal de lengte van het mijngashoudend gedeelte bereiken.

Er valt nochtans op de merken, dat in deze proeven het mijngasmengsel voorhanden was over heel de doorsnede van de galerij, wat niet altijd het geval is in een mijngang.

De toepassing van de Engelse proefnemingen op het onderhavig geval leiden tot de aanwezigheid van mijngas over ten minste  $125 : 4,4 = 28$  m.

Dit getal is inderdaad een minimum, want het beantwoordt aan de maximum waarde van de verhouding tussen de lengte der vlam en die van het mijngashoudend gedeelte der galerij.

Indien wij nu terugdenken aan de vaststellingen, die wij deden tijdens proefnemingen in onze steengang van « Bois de Colfontaine » (\*), zijn wij van mening dat de ontploffing van

(\*) Deze proefnemingen, die gedaan werden op verzoek van de dienst der Nederlands Limburgse Mijnen zullen het voorwerp uitmaken van een latere mededeling. We zullen ons er toe beperken hier reeds de uitwerkselen aan te duiden van de ontploffing van een gasmengsel, dat het einde van een galerij van ongeveer  $4 \text{ m}^2$  doorsnede en 68 m lengte over 15 m vult. De vlam bereikte 45 m lengte (3 maal de lengte van het mijngashoudend gedeelte der galerij). Een steenblok van 200 kg werd 3 m verplaatst. Nabij de opening was de betimmering gans vernield. De snelheid van de luchtstroom bedroeg 300 m/sec.

een lucht-mijngasmengsel, dat een galerij van  $4 \text{ m}^2$  nuttige doorsnede over een lengte van 28 m vult, veel heviger en minder plaatselijke mechanische uitwerksels moet hebben dan deze, die vastgesteld werden in de steengang van de kolenmijn « Ouest de Mons ».

Het is waarschijnlijk dat bij het ongeval in de voornoemde kolenmijn, het ontvlambaar mengsel alleen tegen het dak van de galerij hing, doch zulks over een betrekkelijk grote afstand, wat de grote lengte van de vlam (125 m) verklaart.

In alle geval schijnt de afwezigheid van alle sporen van een vlam nabij het houwfront te bewijzen, dat de oorzaak van de ontploffing niet het afvuren van dynamiet nr III was.

Daar er niet betwijfeld werd dat de oorzaak niet aan de lampen de wijten was, bleven er slechts de schietleiding en het onstekingstoestel over. Deze werden in het Instituut onderzocht.

#### 1. Onderzoek van het onstekingstoestel.

Dit toestel is van het type A.B.F.G.S. der firma Schäffler, te Weenen (Oostenrijk); het kan een debiet leveren van 1 ampère in een kring met 330 ohm weerstand.

Het bestaat hoofdzakelijk uit een gelijkstroomdynamo die aangedreven wordt door een motor met veer.

Door een stelsel van nokken en pallen kan de rotor slechts in beweging gebracht worden, wanneer de veer volledig opgewonden is.

Gans het mechanisme zit in een metalen omhulsel, dat tegen een inwendige ontploffing bestand is. Dit onstekingstoestel werd als mijngasveilig aangenomen bij beslissing n° 13 D/5551, van 23 Mei 1938.

Wij hebben de werking gecontroleerd van de inrichting, welke de duur van de stroom begrenst door met het onstekingstoestel in een metalen weerstand van 297 Ohm stroom te jagen en de sterkte alsmede de duur er van met een oscillograaf te registreren.

Twee proefnemingen hebben achtereenvolgens de volgende uitslagen gegeven :

Nummer van de film	Stroomsterkte in ampère	Duur van de stroom in millisecondes
1666	1,59 à 0,905	52,4
1667	idem	35,5

De duur van het stroomdebiet overtreft slechts in geringe mate de grootste toegelaten waarde (30 msec.). Het toestel is dus in goede staat.

## 2. Onderzoek van de schietleiding.

Afgezien van de beschadigingen, die door de vlam van het mijngas veroorzaakt werden, was de schietleiding in zeer slechte staat. Ze was immers gevormd door een groot aantal stukken, die aaneengezet waren zonder isolering. Wij hebben vastgesteld dat slechts op twee plaatsen de verbindingen door isoleerlint beschermd waren en er bestaat alle reden om aan te nemen dat dit ook het geval was op het ogenblik van de afvuring. Wat er ook van zij, de isolering ontbrak op de verbindingen van het gedeelte van de schietleiding, dat niet door de vlam werd beschadigd.

Het valt niet te betwijfelen, dat de ontvlamming veroorzaakt werd door een kortsluitingsvonk, die tussen de twee geleiders van de schietleiding sprong op een plaats waar ze niet geïsoleerd waren.

Dit ongeval bewijst eens te meer de noodzakelijkheid van het periodiek onderzoek der schietleidingen, zoals dit aangeraden wordt in de circulaire van 3 Januari 1946 van de Heer Directeur-Generaal van het Mijnwezen.

Deze circulaire alsmede de vaststellingen die wij tijdens de studie van de ongevallen te wijten aan het gebruik van springstoffen gedaan hebben, brachten het « Groupement général des Poudres et Explosifs » tot de oprichting van een dienst voor toe-

zicht op de volgende in de mijnen gebruikte tuigen : ontstekingsstoestellen, ohmmeters en schietleidingen.

Wij zijn van mening, dat zulk initiatief moet aangemoedigd worden, daar het zeker een vermindering zal ten gevolge hebben van de incidenten, die zich bij het gebruik van springstoffen voordoen en die altijd hinderlijk zijn en vaak noodlottige gevolgen hebben.

Wat de samenstelling van de schietkabels betreft, menen wij, dat het in België vrij algemeen gebruikte type « boutefeu » niet de gewenste hoedanigheden bezit om als vaste schietleiding te dienen. Deze kabel bestaat uit twee ineengedraaide geleiders elk gevormd door één koperdraad van 0,8 mm diameter. De isolering is ofwel een omhulling van caoutchouc, ofwel een laag papier, in beide gevallen met een omvlechting van katoen.

Een gewone slag van een hamer op de kabel beschadigt de twee isolerende lagen en legt de geleiders bloot.

Als veel degelijker vernoemen wij de kabel, welke door de N.V. « Société d'Etudes et de Rationalisation des Travaux Miniers » (S.E.R.T.R.A.) gebruikt wordt. Deze is samengesteld uit twee evenwijdige geleiders, die beide door een tegen stoten zeer bestande omhulling van een synthetische stof geïsoleerd zijn. Elke geleider is gevormd door vier koperdraden van 0,45 mm doormeter, wat de plooibaarheid van de kabel vermeerderd. De beide omhullingen zijn gewoon overlans aan elkaar gelast.

## b) Ongeval van 7 Mei 1947 in de bedrijfszetel « Sacré-Français » van de « Charbonnages Réunis de Charleroi ».

Een ontvlamming van mijngas in een pijler zou als oorzaak de afvuring van en patroon Matagnite met veiligheidshuls gehad hebben, patroon die gebruikt werd om een bres te verdiepen in het strekkende van de laag Caillette op de verdieping van 860 m.

Wij hebben eerst, door een reeks proeven in onze proefnemingsgalerij, nagegaan of de springstof beantwoordt aan het erin gesteld vertrouwen.



We hebben de volgende vaststellingen gedaan :

- 1° — Twee ommantelde patronen, achtereen geplaatst en opgehangen midden in een mijngasatmosfeer met een methaangehalte van 9,5 % : geen ontvlaming.
- 2° — Twee niet-ommantelde patronen, achtereen geplaatst en opgehangen midden in een mijngasatmosfeer met een methaangehalte van 9,75 % : geen ontvlaming.
- 3° — Een niet-ommantelde patroon wordt in een stalen buis, die een overlangse gleuf, van 5 mm breedte vertoont, gestoken en ingesloten tussen twee opstopingen van 45 mm lengte.  
De afvuring van de patroon midden in een mijngasatmosfeer (methaangehalte 8 %) verwekt geen ontvlaming.
- 4° — In een stalen blok is een gleuf gemaakt, die de vorm heeft van een halve cylinder met horizontale as en 70 mm doormeter. Hierin zijn twee niet-ommantelde springstofpatronen gelegd. De ontploffing van de lading, die dus midden in een mijngasatmosfeer ligt (methaangehalte 8,75 %), veroorzaakt geen ontvlaming.
- 5° — Twee niet-ommantelde springstofpatronen zijn achtereengeplaats in een mortier van 35 mm en er zo ver mogelijk ingeduwd. Er blijft een vrije ruimte van 32 cm, waarin 50 gr losse springstof wordt gestrooid. In een mijngashoudend midden (methaangehalte 9 %) veroorzaakt de afvuring geen ontvlaming.
- 6° — Gelijkaardige proef met de voorgaande, behalve dat de lading slechts 10 cm lang is. Het schot ontsheet het mengsel luchtmijngas met 8,75 % methaan niet.

- 7° — Twee patronen, waarvan de veiligheidshuls werd verwijderd, worden achtereen zo ver mogelijk in de mortier van 35 mm gestoken ; vóór de lading blijft een ruimte van 15 cm.  
50 cm vóór de opening van de mortier is een verticale metalen plaat geplaatst die met 50 gr poedervormige springstof is bedekt. Het schot ontsheet het mijngashoudend mengsel met 8,75 % methaan niet .

In 't kort, we hebben drie proeven gedaan in open lucht (n<sup>o</sup> 1, 2 en 4) ; een, die gelijkenis vertoont met een schot in gekloven gesteente (n<sup>o</sup> 3) ; drie, uitgevoerd in voorwaarden, die van zulke aard zijn, dat zij de invloed van onvolledig ontploffende stukjes springstof in het licht stellen (n<sup>o</sup> 5, 6 en 7).

Sommige onderzoekers (in Frankrijk en in Duitsland) hebben een overwegende rol toegekend aan deze springstofdeeltjes, die, na ontsnapt te zijn aan de invloed van het slagpijpje, op een hoge temperatuur in een ontvlambare atmosfeer worden gejaagd.

Daar het onderzoek der springstof tot een negatieve uitslag had geleid, zijn wij nagegaan of de oorsprong van de ontvlaming niet een elektrische vonk kon zijn overspringend in de schietketen.

Het ontstekingsstoestel was in zeer goede staat en onmiddellijk werd aangenomen dat de oorzaak elders moest gezocht worden.

De schietleiding was van het type « boutefeu » en gevormd door twee ineengedraaide koperen geleiders van 0,9 mm, elk afzonderlijk geïsoleerd door een omhulling in gummi bedekt met een omvlechting van katoen.

Haar lengte was 10,60 m en de met de brug gemeten weerstand, 0,72 Ohm.

Wij hebben de schietleiding punt voor punt onderzocht en als volgt de beschadigingen der isolering opgetekend, hierbij de plaatsen aanduidend door de afstand naar een der uiteinden.

- a) uiteinde (begin) : de twee geleiders zijn bloot over 8 cm lengte en over de volgende 10 cm is de katoen-omvlechting weg ;
- b) 30 cm van het uiteinde : een der geleiders is zichtbaar op een lengte van 3 cm ;
- c) 8,90 m van het uiteinde : de twee geleiders zijn zichtbaar op een lengte van 2 tot 3 cm en dit op plaatsen die naast of ongeveer naast elkander liggen ;
- d) 10,30 m tot 10,60 m van het uiteinde : de katoen-omvlechting is beschadigd ;
- e) uiteinde : de geleiders zijn bloot over een lengte van 3 cm en vertonen kronkelingen, wat laat veronderstellen dat de draden van het slagpijpje wel zeker aan dit uiteinde van de schietleiding vastgemaakt zijn geweest.

Wij zijn niet van mening dat deze beschadigingen de oorzaak van de ontvlamming zouden kunnen geweest zijn.

In een defecte schietleiding zijn zonder twijfel de gevaarlijke punten de niet geïsoleerde verbindingen, in de nabijheid waarvan de geleiders steeds uitstekende uiteinden vertonen, die de contacten vergemakkelijken.

Welnu, in de onderzochte schietleiding was er geen enkele verbinding.

Onze opsporingen waren beëindigd, toen het onderzoek aan het licht bracht dat er in werkelijkheid een tweede schietleiding aan de eerste als afleiding aangekoppeld geweest was, waarschijnlijk op 8,90 m afstand van het eene uiteinde, waar de isolering van beide geleiders verwijderd was.

Deze vaststelling laat veronderstellen, dat bij de afvuring er daar twee verbindingen bestonden, die een kortsluitingsvonk konden geven.

**c) Ontvlamming van 25 November in de bedrijfszetel « Boverie » van de « Charbonnages de Marihay », te Seraing.**

Het betreft hier een plaatselijke kolenstofontploffing in een verkenningsdoortocht, welke onstoken werd door een brisante niet- S.G.P.- springstof.

Daar de stoflaag waarschijnlijk niet rijk genoeg was aan brandbare bestanddelen, heeft de vlam de hoofsteengang, die 48 m van het houwfront lag, niet bereikt.

Volgens de vaststellingen, die tijdens het onderzoek gedaan werden, waren er drie gaten geboord in het dak van de steile laag Malgarnie. In elk boorgat waren twee of drie patronen Alsilite gestoken die aangezet waren met tijdslagpijpjes met de vertragingen 0,1 en 2.

Na het ongeval vond men in een der boorgaten twee patronen, die niet ontploft waren.

Er valt dus te veronderstellen, dat er een stuk van dit mijngat door een of zelfs door de twee ladingen, die eerst ontploften, werd weggeslagen. Deze eerste ontploffingen hebben een stofwolk opgejaagd, die later ontstoken werd door de in de vrije lucht ontploffende springstof.

De studie van dit ongeval behelsde de volgende proefnemingen.

*Proeven betreffende de geschiktheid tot ontploffen van Alsilite.*

*Onderzoek van de uit de afslag gehaalde patronen.*

Herinneren wij dat Alsilite een brisante, niet- S.G.P.- springstof is, waarvan de voornaamste bestanddelen zijn : ammoniumnitraat, trinitrotolueen en een klein percentage aluminium.

Om de geschiktheid tot ontploffen van deze springstof na te gaan, hebben wij de afstand gezocht, waarop een met een slagpijpje aangezette patroon een tweede niet aangezette patroon doet ontploffen, wanneer beide patronen op een loden plaat, die op een stalen blok ligt, geplaatst zijn.

Een eerste proef werd genomen met de patronen n<sup>o</sup> 113.399 en 113.400, die als monster genomen waren in het springstoffmagazijn der kolenmijn.

Met een tussenruimte van 2 cm ontplofte de lading volledig.

Wij hebben dezelfde proef herhaald met de patronen n<sup>o</sup> 113.357 en 113.358, die na het ongeval teruggevonden werden in de gespleten steenbanken van het hangende.

Deze twee patronen zagen er heel normaal uit, uitgenomen dat hun gearaffineerd papieren omhulsel met zwart stof bedekt

was, alhoewel, volgens de natuur van het gesteente waarin ze gezeten hadden, dit stof grijs had moeten zijn.

De ontleding van dit stof gaf een asgehalte van 36 %, wat te weinig is voor schieferstof en te veel voor kolenstof.

Deze patronen vertoonden, evenals de voorgaande, een zeer voldoende geschiktheid tot ontploffen, want wij hebben ze kunnen doen springen met een tussenruimte van 4 cm.

Deze gunstige uitslagen tonen aan, dat de aanzetkardoes van de gedeeltelijke weigering niet ontploft is in contact met de lading die in het mijngat werd teruggevonden, maar wel in de open lucht.

*Proeven om stof te ontsteken door Alsilite.*

Het voor deze proefnemingen gebruikte stof kwam voort van de laag Malgarnie met 22 % vluchtige bestanddelen en 2,58 % as (percentages vastgesteld voor droge kolen).

*Proef 1.* — Drie Alsilite-patronen worden aangezet met een tijdsflagpijpjes n<sup>o</sup> 2 en achtereen in de mortier van 60 mm gestoken achter een opstopping klei van 10 cm lengte. Door te ontploffen jaagt de lading 3 kg stof op, dat in een hoopje vóór de opening van de mortier geplaatst is.

Een patroon, die in de galerij gehangen is, ontploft 1 second later in de stofwolk.

Er volgt geen stofontvlaming.

*Proef 2.* — Dezelfde als proef 1, behalve dat de lading, die in de stofwolk ontploft, uit twee patronen Alsilite bestaat. Geen stofontvlaming.

*Proef 3.* — Dezelfde als proef 2, maar de lading in de mortier wordt afgevuurd zonder opstopping.

Twee patronen Alsilite ontploffen dus in een stofwolk die opgejaagd werd door de ontploffing, 1½ seconde vroeger, van een niet opgestopte lading.

Er volgt een geweldige ontvlaming; de vlam slaat uit de galerij.

*Proef 4.* — Dezelfde als proef 3; leidt tot dezelfde vaststellingen. Wat meer is, er worden korsten cokes op de grond van de

galerij gevonden, maar niet op drie dwars in de galerij geplaatste houten balken.

*Proef 5.* — In een papieren zak met 3 kg stof is een patroon Alsilite geplaatst. Een seconde na de ontploffing van de zak ontploft in de stofwolk een patroon Alsilite, die in de galerij hangt. Er volgt geen ontvlaming.

*Proef 6.* — Het stof wordt op dezelfde wijze opgejaagd als in proef 4, maar de lading, die in de stofwolk ontploft, bestaat uit drie patronen.

Er volgt een geweldige stofontploffing; de vlam slaat uit de galerij.

*Proeven 7 en 8.* — Dezelfde als de twee vorige wat betreft de verspreiding van het stof, maar de lading, die in de stofwolk ontploft, bestaat uit twee patronen.

In beide proeven ontvlamt het stof en slaat de vlam uit de galerij.

In 't kort, er doet zich een stofontvlaming voor, wanneer twee patronen ontploffen in een stofwolk, die vooraf opgejaagd werd hefzij door drie patronen zonder opstopping afgevuurd in een mortier, hetzij door een patroon ontploffend in een pak stof.

Er volgt geen ontvlaming, wanneer de lading, die de stofwolk opjaagt, afgevuurd wordt in een mortier achter een opstopping van klei van 10 cm lengte.

Als besluit mag men zeggen, dat de ontploffing van een kleine lading brisante springstof in een wolk van kolenstof met 22 % vluchtige bestanddelen er de ontvlaming van kan veroorzaken.

Dit ongeval laat uitschijnen, dat het nodig is het schietwerk met tijdsflagpijpjes alleen toe te vertrouwen aan gevormde schietmeesters, die bekwaam zijn de ladingen te doseren volgens het verbrokkelingswerk dat elk dezer ladingen moet verwezenlijken. In alle geval, wanneer er geschoten moet worden met tijdsflagpijpjes in aanwezigheid van een ontvlambaar midden, eist de arbeidsveiligheid het gebruik van S.G.P.-springstoffen.

### 3. Studie van een veiligheidshuls.

Men weet in welke mate de veiligheidshuls, uitgevonden door Em. Lemaire, de veiligheid bij het schietwerk vermeerderd.

Het onderzoek van de proefnemingen, waarvan de uitvinder het relaas geeft in een nota, verschenen in 1914 in de *Annales des Mines de Belgique* (1), is zeer leerrijk op dat gebied.

Om slechts de meest kenmerkende uitslagen, die in het proefstation te Frameries geboekt werden, aan te halen, herinneren wij dat een lading van 800 gr gomdynamiet n° 1, afgevuurd in een mortier, noch mijngas, noch stof ontsteekt, wanneer de patronen ommanteld zijn door een huls van 100 gr gevormd door een mengsel van gelijke delen calciumfluoride en natriumchloride.

Herinneren wij ook, dat dezelfde uitslag bekomen wordt door de aanwending van deze twee stoffen afzonderlijk mits 95 gr chloride per patroon te gebruiken of 100 gr fluoride. Een patroon van dezelfde springstof zonder huls geeft regelmatig ontstekingen.

Een krachtige springstof, die uiteraard niet veilig is, verkrijgt deze eigenschap door de huls; toegepast op de uiteraard veilige S.G.P.-springstoffen, verdubbelt de huls de veiligheid er van en vergoedt zij de onvermijdelijke fabricageonregelmatigheden, die over het algemeen een vermindering van de grenslading voor gevolg hebben.

De bemoedigende uitslagen van de opzoeken van Em. Lemaire konden niet anders dan een weerslag uitoefenen op de mijnpolitie. Vanaf 1920 werd dan ook toegelaten de uitwendige opstopping te vervangen door de veiligheidshuls. Van de uitwendige opstopping werd dan ook spoedig afgezien om reden van de moeilijkheden van de verwezenlijking er van en zulks ten voordele van de huls, waarvan het gebruik zich steeds uitbreidde in de loop der jaren 1920 tot 1930.

De fabricage in het groot van de ommantelde springstoffen bracht moeilijkheden mede, die men eerst niet had vermoed.

(1) Zie « *Annales des Mines de Belgique* », boekdeel XIX jaargang 1914, blz. 587 en volgende.

De as van de patroon en die van de huls vielen niet altijd samen; het dovend product zakte naar een uiteinde van het papieren omhulsel, waardoor er daar een dikte van inerte stof gevormd werd, die de overdracht van de ontploffingsgolf hinderde, terwijl anderzijds de springstofkern bloot kwam.

Deze zwarigheden brachten het Nationaal Mijninstituut er toe, in samenwerking met de fabrikanten, een nieuwe studie van de ommantelde springstoffen aan te vatten. Er werden verscheidene verbeteringen aangebracht aan de wijze van patronenvorming en aan de bereiding der papieren omhulsels. Maar, daarboven, werd er bevonden dat, om het afzakken van de poedervormige grondstof der huls te verminderen, het nodig was er een bindmiddel in te verwerken: klei, kaolien of plaaster.

Het koninklijk besluit van 14 Augustus 1930 bekrachtigde deze vaststellingen door de invoering van de volgende voorschriften: huls van 3 mm dikte, bevattend (voor 100 gr springstof) 65 gr van een mengsel gevormd door 25 % bindmiddel (klei, plaaster, kaolien) en 75 % dovende stoffen, met name natrium- of calciumfluoride of een mengsel van natrium- of kaliumchloride met ten minste 35 % fluoride.

Het stond de fabrikant dus vrij; tussen de voorgestelde dovende stoffen (chloriden of fluoriden) deze te kiezen die het best geschikt waren voor zijn springstof en voor de manier waarop de huls werd gevormd.

Om de doelmatigheid van de gekozen grondstof na te gaan, werden in volle mijngas gehangen ladingen afgevuurd. De patronen werden ten getale van 8 (grootste gebruikte lading) achtereen zonder tussenruimte op een metalen staaf van 5 tot 6 mm diameter gebonden. De patronen op de uiteinden werden verlengd door papieren hoedjes van 4 tot 5 cm lengte, die gevuld waren met het mengsel der huls. Dit kon zeer gemakkelijk gedaan worden door op het omhulsel van de patroon een papieren cylinder te plakken. De zoo gevormde lading werd in de ontploffingskamer van onze galerij evenwijdig aan de langsas van deze gehangen.

De huls werd als doelmatig aangezien, indien er geen van vijf opeenvolgende afvurigen het mijngas ontstak.

De talrijke proefnemingen, welke wij in die tijd (1930) deden onder de leiding van Ad. Breyre, leidden tot de aanneming van 8 verschillende formules voor hulsstof (een voor elke aangenomen S.G.P.- springstof), waarin voornamelijk calciumfluoride (ten minste 50 %) voorkwam met of zonder toevoeging van natriumchloride, terwijl het bindmiddel klei of plaaster was.

Zoals wij reeds hebben gezegd werden de ladingen, op de uiteinden voorzien van verlengstukken gevuld met ommantelingsstof, afgevuurd. Sommige springstoffen gaven zelfs voldoening bij deze proefnemingen zonder deze bijkomende veiligheidsmaatregel, maar de uitslagen waren niet regelmatig. 800 gr van dezelfde springstof, afgevuurd zonder dat de uiteinden bedekt waren met ommantelingsstof, deden het mijngas al dan niet ontvlammen volgens de ouderdom der springstof of het vochtgehalte er van; deze twee factoren werkten in verschillende zin.

Wat er ook van zij, het feit dat de uiteinden van de lading bedekt zijn met ommantelingsstof mildert het streng karakter van de proef. Zo kan men zich afvragen of deze handelwijze niet kan toegepast worden bij het echte schietwerk.

Naar onze mening zou de verwezenlijking van ladingen met ommantelde uiteinden moeilijkheden meebrengen en wij hebben gedacht dat het verkieslijker was te trachten de doelmatigheid van de veiligheidshuls zelf nog te vergroten, huls die, zoals ze uitgedacht werd door de uitvinder, slechts uit een ring dovende stoffen bestaat, die de springstofkern omhult zonder de uiteinden te bedekken (\*).

Om daartoe te geraken hebben wij, buiten de stoffen, die gewoonlijk voor de veiligheidshuls gebruikt worden, andere pro-

(\*) We zouden als beslissend argument om een grotere doelmatigheid der veiligheidshuls trachten te verwezenlijken de steeds toenemende aanwending der tijdslagpijpjes kunnen vermelden. Het klassiek incident bij dit gebruik is het wegslaan van een gedeelte van een der ladingen door een andere, die vroeger ontplofte, wat voor gevolg heeft dat er patronen in de open lucht ontploffen, die alleen door de ringvormige huls beschermd zijn zonder dat er ommantelingsstof de uiteinden bedekt.

ducten beproefd, die wij doelmatiger achten en, om een vergelijking van hun dovende eigenschappen te kunnen opstellen, hebben wij ze afzonderlijk en onvermengd beproefd.

In sommige gevallen hebben wij het gewicht ommantelingsstof per patroon verhoogd ten opzichte van dat bepaald bij het ministerieel besluit van 14 Augustus 1930.

65 gr is, naar onze mening, te weinig om de onregelmatigheden der fabricage en het verschil van werking der springstof te vergoeden.

We hebben, om de veranderingen, die te wijten zijn aan het ouder worden der springstoffen, te onderkennen, er voor zorg gedragen de proeven betreffende eenzelfde springstofmonster op verschillende tijdstippen te doen.

We hebben de werkwijze gevolgd, die wij hiervóór beschreven hebben, m.a.w. achtereen opgehangen ommantelde patronen werden in volle mijngas afgevuurd, met alleen dit verschil, dat de vlakke uiteinden der lading bloot waren m.a.w. niet bedekt met ommantelingsstof.

Deze opzoekingen zijn verre van beëindigd. We geven hier slechts de eerste uitslagen.

Voor elke springstof en voor elke ommantelingsstof geven wij in tabel II de uiterste uitslagen, m.a.w. de minimum lading die tot ontvlaming aanleiding gaf en de maximum lading waarbij er zich geen ontvlaming voordeed.

Alleen de stoffen, die toelieten de grootste gebruikte lading (800 gr) af te vuren zonder het mijngas te ontsteken, verdienen onze belangstelling.

Voor Flammivore zijn deze: natriumcarbonaat, veldspaat (met 97 % Ca F12) en natriumbicarbonaat. Deze producten werden ondoelmatig bevonden ten opzichte van Matagnite.

Kaliumsulfaat gaf alleen bevredigende uitslagen met Nitrocooppalite en Alkalite.

Vloeispaat, dat doelmatig was met Flammivore was dit niet met Matagnite, Nitrobaelenite, Nitrocooppalite, Alkalite en Triamite.

Het blijkt dus, dat een bepaalde stof niet dezelfde dovende

Dovende stof	Diameter van de patroon met veiligheidshuls in mm.	Gewicht dovende stof voor 100 gr. springstof	Lading	
			minimum met ontvlamm.	maximum zonder ontvlamm.
<i>Flammivore V bis</i>				
Veldspaat	40	118	400	—
Natriumcarbonaat	36	60	900	800
Kaliumsulfaat	38	100	700	—
Natriumchloride	38	85	700	600
Vloespaat (met 97 % Ca Fl <sub>2</sub> )	36	110	900	800
Natriumbicarbonaat	36	67	900	800
<i>Matagnite</i>				
Natriumcarbonaat	36	55	800	—
Kaliumsulfaat	36	90	500	—
Vloespaat (97 %)	36	112	600	—
Natriumbicarbonaat	36	77	700	—
<i>Nitrobaelenite III</i>				
Natriumcarbonaat	36	62	—	900
Kaliumsulfaat	36	92	—	700
Vloespaat (97 %)	36	120	800	—
Natriumbicarbonaat	36	67	900	800
<i>Nitrocoopalite</i>				
Natriumcarbonaat	36	50	—	800
Kaliumsulfaat	36	90	—	900
Natriumbicarbonaat	36	67	900	800
<i>Alkalite</i>				
Natriumcarbonaat	36	45	—	800
Kaliumsulfaat	36	87	—	800
Vloespaat (97 %)	36	100	800	—
Natriumbicarbonaat	36	70	900	800
<i>Triamite</i>				
Kaliumsulfaat	38	96	700	—
Vloespaat (97 %)	38	100	800	700
Natriumbicarbonaat	36	75	—	800

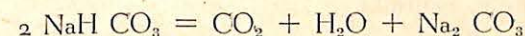
werking uitoefent ten opzichte van alle springstoffen of m.a.w. dat elke springstof een aangepaste huls moet hebben.

Em. Lemaire had reeds vastgesteld, dat een bepaald ommantelingsproduct, dat doelmatig was voor gomdynamiet, dit veel minder was voor een andere brisante springstof zoals Sabulite O.

Men constateert insgelijks dat, hoe zonderling ook, natriumchloride, dat in al de S.G.P.- springstoffen voorkomt, geen dovende uitwerking heeft als ommantelingsproduct.

Natriumcarbonaat toonde zich als een volmaakt doofmiddel voor Flammivore, Nitrobaelenite, Nitrocoopalite en Alkalite; voor dezelfde springstoffen gaf natriumbicarbonaat bevredigende uitslagen.

Dit is meer dan een louter toeval; aan een gematigde verhitting blootgesteld ontbindt natriumbicarbonaat in koolzuur, waterdamp en natriumcarbonaat:



Het is dus niet te verwonderen dat natriumbicarbonaat en carbonaat gelijkaardig werken.

Uit onze opzoekingen kan het volgende besluit getrokken worden: het is mogelijk veiligheidshulzen te verwezenlijken, die toelaten van onze S.G.P.- springstoffen de maximum gebruikslading in volle mijngas af te vuren, zonder dat er een ontvlaming wordt verwekt en zulks alhoewel de vlakke uiteinden der lading niet ommanteld zijn.

In de loop van het jaar 1947 zullen wij de praktische toepassing van dit besluit te onderzoeken hebben.

#### 4. Studie van de incidenten bij het schietwerk.

In de jaarverslagen van 1944 en 1945 hebben wij de proefnemingen aangeduid, welke wij gedaan hebben om de omstandigheden op te zoeken, die het deflagreren van springstofladingen bevorderen.

Dit abnormaal verschijnsel toeschrijvend aan een gebrekkige lading, hebben wij eerst ladingen afgevuurd, die elk een der volgende gebreken vertoonden:

- 1° het slagpijpje losgekomen uit de aanzetpatroon ;
- 2° een met steen- of kolenstof gevulde onderbreking van de lading ;
- 3° te zeer samengeperste ladigen.

Deze proefnemingen, die eerst gedaan werden in de mortier in de proefnemingsgalerij, vervolgens in het gesteente van de galerij van Bois de Colfontaine, hebben allemaal negatieve uitslagen gegeven, m.a.w. wij hebben telkens, hetzij een volledige, hetzij een gedeeltelijke detonatie waargenomen, doch nooit de vertraagde verbranding van de lading.

In 1946 hebben wij onze opzoekingen voortgezet in onze galerij van Bois de Colfontaine en hierbij inzonderheid de samenstelling van de aanzetpatroon laten veranderen.

Over het algemeen hebben wij gelijke delen gemalen kolen en fijn geraspte paraffine met de springstof innig vermengd.

Wij hebben Flammivore Vbis, een S.G.P.-springstof met 10 % nitroglycerine, gebruikt.

Voor elk schot bestond de lading uit 3 tot 5 patronen, welke in een gat gestoken werden, dat in zachte schieferstenen geboord was. Dit gat werd vervolgens met vochtige klei opgestopt.

Bij vermenging van 9,7 gr kolen en 9,7 gr paraffine met de aanzetpatroon (19,4 % inerte stoffen voor 80,6 % springstof) brandde deze patroon op zonder het overige der lading te doen ontploffen.

Bij de afvuring hoort men een zwak, dof geluid : dat van de ontploffing van het slagpijpje. Men stelt vast dat de opstopping is blijven zitten. Wanneer ze verwijderd wordt, ziet men dat het boorgat wat uitgewijd is en met witte rook gevuld, die van de ontbinding van de aanzetpatroon voortkomt.

Uit het boorgat haalt men de patronen met normale samenstelling, die niet ontploft zijn maar zodanig werden samengeperst, dat hun lengte nog maar de helft van de oorspronkelijke lengte bedraagt.

De wijziging van de springstof in de aanzetpatroon kan voorzeker de vergelijking niet doorstaan met wat er in de praktijk zou kunnen geschieden.

De uitslagen van onze opzoekingen zijn echter waard vermeld te worden ; nooit immers zijn wij er in geslaagd een verbranding te verwezenlijken in geval de aanzetting geschiedde door middel van een slagpijpje.

Wij hebben onze vaststellingen medegedeeld aan springstof-fabrikanten. Men kan zich immers afvragen of paraffine niet met de springstof kan vermengd geraken ten gevolge van een fabricagefout.

Deze studie zal voortgezet worden gedurende het jaar 1947 in onze galerij van Bois de Colfontaine.

### 5. Samenstelling van de gassen die gevormd worden bij het afvuren van ladingen in een mortier.

In 1945 hadden wij de studie aangevat van de samenstelling van de gassen, die bij het afvuren van ladingen in een mortier gevormd worden.

Wij hebben dit onderzoek voortgezet ons beperkend tot de twee volgende Amatol-formules.

	Formule 1	Formule 3
Ammoniumnitraat . . . . .	80	60
Trinitrotolueen . . . . .	20	16
Natriumchloride . . . . .	—	24

In een mortier afgevuurd ontvlamt 100 gr der formule 1 mijngas, terwijl zelfs 800 gr van formule 3 zulks niet doet. Deze laatste komt ongeveer overeen met de formule van de Engelse mijngasveilige springstof « Roburite 4 ».

Zoals reeds gezegd in ons verslag voor het dienstjaar 1945, worden de gassen opgevangen in een rood koperen vat van 530 cm<sup>3</sup> inhoud, dat vooraf luchtledig is gemaakt.

Op dit vat staat een metalen buis van 10 mm binnendiameter, waarop, met een verbindingsstuk in gummi, een glazen pijpje

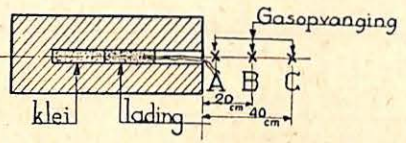
zit. Dit loopt uit op een punt die in de vlam van een Bunzenbrander gesloten wordt, nadat het vat luchtledig gemaakt is.

De springstof (ongeveer 200 gr) wordt tot een patroon verwerkt in een glazen buis van 30 mm diameter, aangezet met een slagpijpje n° 8 en in een stalen mortier van 35 mm geplaatst.

Gedurende de proefnemingen hebben wij de plaats der gasopvanging, de ligging van de lading in de mortier, alsmede de plaats van het slagpijpje veranderd.

De uitslagen van onze opzoekingen worden gegeven in de tabellen III, IV en V; de ontbindingsproducten van de springstof worden er in molecuulgram aangeduid.

· TABEL III ·  
AFVURINGEN ZONDER OPSTOPPING  
SLAGPIJPJE AAN DE KANT DER OPENING  
Ruimte vóór de lading: 25 tot 30 cm.



N <sup>der</sup> proef	Zuiver amatol [1]			Amatol met 24% zout [3]				
	Opvanging			Opvanging				
	in A	in B	in C	in A	in B	in B	in C	
CO <sub>2</sub>	0,471	0,526	0,563	0,512	0,515	0,588	0,551	0,595
H <sub>2</sub> O	2,102	2,144	2,182	2,157	2,075	2,179	2,123	2,139
CO	0,117	0,079	0,044	0,091	0,092	0,058	0,081	0,025
CH <sub>4</sub>	0,028	0,011	0,009	0,013	0,041	0,003	0,016	0,028
N <sub>2</sub> O	0,005	0,006	0,006	0,004	0,004	0,003	0,008	0,006
H <sub>2</sub>	0,062	0,054	0,020	0,037	0,049	0,020	0,050	0,010
O <sub>2</sub>	0,181	0,123	0,085	0,126	0,156	0,050	0,100	0,078
N <sub>2</sub>	1,127	1,126	1,126	1,128	1,121	1,122	1,117	1,119

Tabel III heeft betrekking op afvuringen zonder opstopping. De uitslagen zijn onregelmatig.

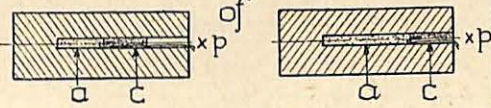
Men zal nochtans opmerken dat de gehalten aan brandende stoffen (CO en H<sub>2</sub>) het grootst zijn, indien het gas opgevangen wordt bij de opening van de mortier.

De verbrandingsgassen (CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O) integendeel vermeerderen, althans het gemiddelde er van, wanneer de opvangbuis van de mortier verwijderd wordt.

De reacties zijn dus niet volledig gedaan wanneer de ontplofingsgassen uit de mortier stromen; de verbranding van het koolmonoxyde en van de waterstof voltrekt zich bij de aanraking der lucht.

Tabel IV heeft betrekking op afvuringen zonder opstopping met het slagpijpje achter in de lading.

· TABEL IV ·  
AFVURINGEN ZONDER OPSTOPPING  
SLAGPIJPJE AAN DE ACHTERKANT  
Gasopvanging juist vóór de opening  
van de mortier.



N <sup>der</sup> proef	Zuiver amatol [1]		Amatol met 24% zout [3]	
	Ruimte vóór de lading 30 cm.	Geen ruimte vóór de lading	Ruimte vóór de lading 30 cm.	Geen ruimte vóór de lading
	CO <sub>2</sub>	0,537	0,537	0,520
H <sub>2</sub> O	2,153	2,152	2,074	2,120
CO	0,063	0,065	0,078	0,071
CH <sub>4</sub>	0,016	0,014	0,051	0,025
N <sub>2</sub> O	0,004	0,003	0,004	0,007
H <sub>2</sub>	0,035	0,040	0,029	0,035
O <sub>2</sub>	0,117	0,117	0,160	0,106
N <sub>2</sub>	1,128	1,129	1,121	1,118

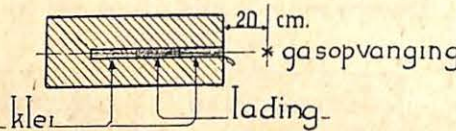


Indien men de ontbindingsformules der proeven 9 tot 12 vergelijkt met de proeven 1 en 5 van tabel III (voor al deze proeven werd het gas juist vóór de mortieropening opgevangen), stelt men vast dat de brandbare gassen CO en H<sub>2</sub> verminderen, indien men de aanzetting aan de voorkant vervangt door de aanzetting aan de achterkant. De gehalten CO en H<sub>2</sub> van tabel IV zijn immers kleiner dan in proeven 1 en 5 van tabel III.

De ontbindingsreacties zijn dus verder voltrokken bij de tweede wijze van aanzetten.

Tabel V heeft betrekking op ladingen, die afgevuurd werden achter een opstopping van klei. Men stelt hier vast dat de uit-

· TABEL V ·  
AFVURINGEN ACHTER EEN OPSTOPPING VAN KLEI  
SLAGPIJPJE AAN DE KANT DER OPENING  
Opvanging der gassen op 20 cm afstand  
van de mortier



N <sup>o</sup> der proef	Zuiver amatol [1]			Amatol met 24% zout [3]		
	Lengte van de opstopping in cm.					
	13	30	30	10	16	30
CO <sub>2</sub>	0,558	0,554	0,556	0,555	0,595	0,568
H <sub>2</sub> O	2,181	2,149	2,176	2,113	2,146	2,031
CO	0,047	0,043	0,052	0,061	0,034	niet
CH <sub>4</sub>	0,011	0,019	0,008	0,032	0,019	0,080
N <sub>2</sub> O	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003	0,009
H <sub>2</sub>	0,017	0,066	0,028	0,028	0,021	0,014
O <sub>2</sub>	0,090	0,113	0,092	0,114	0,071	0,170
N <sub>2</sub>	1,129	1,130	1,129	1,121	1,123	1,116

slagen onderling minder verschillen; de aanwezigheid van de opstopping heeft dus als uitwerksel de ontbindingsreacties der springstof regelmatig te doen verlopen, wat ten andere te voorzien was.

Het verloop van de reacties schijnt niet beïnvloed te worden door de vermeerdering van de lengte van de opstopping en, afgezien van de proefneming 18, blijven er altijd brandbare bestanddelen over in de ontploffingsgassen.

De samenstelling van de ontploffingsgassen van de springstoffen, die wij onderzocht hebben, stemmen goed overeen, alhoewel beide formules ten zeerste van elkander verschillen, daar de ene die van een mijngasveilige springstof is en de andere niet.

De vergevorderde invreting van onze mortier liet ons niet toe dit onderzoek verder door te drijven.

#### 6. Studie van de slagpijpjes met tijdontsteking.

In den loop van het jaar 1946 hebben wij twee partijen slagpijpjes met tijdontsteking bestudeerd, die aangeboden werden door de firma's « Dynamit Aktien Gesellschaft » (D.A.G.), te Troisdorf (Duitsland), en « Atlas Powder », te Delaware (Verenigde Staten).

#### a) Herinnering van de nazichtsmethoden.

Om het geheugen op te frissen, zullen wij eerst herhalen welke proeven wij doen bij dergelijke studies.

#### Meting van de ontploffingstijd.

Het doel dezer meting is de tijd te bepalen, die verloopt tussen het ogenblik, waarop de stroom in de keten met het slagpijpje gejaagd wordt en de ontploffing van dit laatste.

Men jaagt door het slagpijpje de op een bepaalde waarde geregelde stroom van een batterij en men registreert met een oscillograaf de tijd dat de stroom er doorgaat: bij de ontploffing van het slagpijpje verdwijnt de stroom.

Men onderzocht alsoo een voldoende aantal momentslagpijpjes om de afwijkingen, die aan fabricageonregelmatigheden te wijten zijn, te kunnen verwaarlozen. Van de gemeten tijden, wordt alleen de minimumtijd T<sub>1</sub> weerhouden.

*Meting van de gevoeligheid der ontstekers.*

Het doel er van is de minimumdoorgangstijd van de stroom te bepalen welke nodig is om de ontsteker van het slagpijpje tot ontvlaming te brengen.

Vier of vijf slagpijpjes worden in serie in de stroomkring van een batterij geschakeld; in die kring laat een draaiende schakelaar toe de tijd dat de stroom doorgaat op een bepaalde waarde te regelen.

Door terzelfdertijd de stroomsterkte en de doorgangstijd te laten veranderen bekomt men, hetzij de ontsteking van al de in de kring geschakelde slagpijpjes, hetzij de ontsteking van slechts een gedeelte dezer slagpijpjes, hetzij de weigering van al deze slagpijpjes.

Men tekent door middel van de oscillograaf de doorgangstijden en de stroomsterkten op.

Voor een bepaalde stroomsterkte, worden alleen de proeven behouden, waarin al de slagpijpjes van de kring ontploft zijn, en, van de opgetekende doorgangstijden, stipt men de maximum waarde t<sub>II</sub> aan. Deze stelt de juist vereiste doorgangstijd voor om de minst gevoelige ontstekers van de partij te doen ontvlammen.

De twee metingen: ontploffingstijd der slagpijpjes en gevoeligheid der ontstekers, hebben als doel het nazicht van de regelmatigheid van de ontsteking der slagpijpjes.

Er zal bij werkelijk schietwerk zich geen weigering voordoen, indien de minst gevoelige ontsteker voldoende energie krijgt om te ontvlammen voordat het eerste slagpijpje ontploft; m.a.w. het volgende is nodig

$$t_{II} < T$$

*Nazicht van de juistheid der vertragingen.*

Regelmatigheid bij het schietwerk veronderstelt dat de ineens af te vuren slagpijpjes achtereenvolgens, volgens de nummering der vertragingen ontploffen.

De regelmatigheid der ontploffingen wordt nagezien door de geluidsgolven, die door de ontploffingen verwekt worden, te

registreren. Deze geluidsgolven worden opgevangen door een microfoon, die ingeschakeld is in de versterkingskring van een radiopost. De versterkte stroom wordt op de film van de oscillograaf neven de ontstekingsstroom opgetekend.

Elke beproefde serie bestond uit vier slagpijpjes met verschillende vertraging en één momentslagpijpje, waarvan de ontploffing het begin van de tijd aanduidde.

**b) Studie van de slagpijpjes der « Dynamit Aktien Gesellschaft ».**

Wij hebben eerst de fabricageregelmatigheid onderzocht door de maximum ontvlamingstijd der ontstekers en de minimum ontploffingstijd der momentslagpijpjes te meten.

Tabel VI geeft de uitslagen van dit nazicht.

TABEL VI.

Sterkte van de ontstekingsstroom in ampère	Ontvlamingstijd der minst gevoelige ontstekers in milliseconden. t <sub>II</sub>	Minimum ontploffingstijd der slagpijpjes in milliseconden. T <sub>I</sub>
0,9	1,95	2,10
1,0	1,55	1,85
1,1	1,25	1,60
1,2	0,90	1,55
1,5	0,60	1,10

Voor elke sterkte van de ontstekingsstroom zijn de in de tweede kolom aangeduide tijden kleiner dan die opgetekend in de derde, zoals het nodig is om de ontsteking zonder weigering te bekomen van de slagpijpjes die ineens worden afgevuurd.

Het nazicht van de regelmatigheid van de vertragingen gaf de uitslagen die opgetekend zijn in tabel VII.

De grootste afwijkingen van de theoretische ontploffingstijden: 0,5, 1,0, 1,5 ... 5,0 seconden, die de gemiddelde ontploffingstijden vertonen, doen zich voor voor de slagpijpjes met vertraging 9 en 10.

TABEL VII.

Vertragingen	1	2	5	4	5	6	7	8	9	10
Aantal proeven . . . . .	5	15	8	10	8	10	8	7	9	9
Gemiddelde ontploffingstijd . . . . .	0,50	1,01	1,59	1,98	2,42	2,85	3,37	3,82	4,24	4,74
Maximum afwijking van de gemiddelde tijd . . . . .	0,06	0,15	0,17	0,14	0,20	0,15	0,07	0,09	0,20	0,24
Vershil tussen de uiterste afwijkingen . . . . .	0,10	0,24	0,25	0,24	0,28	0,28	0,15	0,14	0,52	0,50
Minimum ontploffingstijd . . . . .	0,46	0,92	1,42	1,88	2,54	2,72	3,50	5,75	4,12	4,68
Maximum ontploffingstijd . . . . .	0,56	1,16	1,65	2,12	2,62	3,00	3,45	3,87	4,44	4,98
Kleinste verschil tussen opeenvolgende vertragingen . . . . .	0,56	0,26	0,25	0,22	0,10	0,30	0,30	0,25	0,24	

De door de gemiddelde ontploffingstijden vertoonde afwijking van de theoretische vertragingen 0,5, 1,0, 1,5 ... 5,0 seconden is het grootst voor de vertragingen 9 en 10, waarvoor ze 0,26 seconde bedraagt; voor de vertragingen 1 tot 8 is deze afwijking niet groter dan 0,18 sec.

Het grootste verschil tussen de gemiddelde ontploffingstijd en de meest afwijkende voor slagpijpjes van een zelfde vertraging bereikt 0,24 seconde voor de vertraging 10; het benadert dus de helft (0,25 sec.) van de theoretische tijd tussen twee opeenvolgende ontploffingen.

Het verschil tussen de meest afwijkende tijden van slagpijpjes met een zelfde vertraging schommelt tussen 0,10 en 0,32 sec.

Het kleinste verschil eindelijk tussen twee opeenvolgende vertragingen (verschil tussen de grootste ontploffingstijd van slagpijpjes van een vertraging en de kleinste ontploffingstijd van slagpijpjes van de er juist opvolgende vertraging) daalt tot 0,10 sec. voor de vertragingen 5 en 6.

Dit verschil was naar ons oordeel veel te klein om in eenzelfde schietketen de volledige reeks vertragingen te kunnen toelaten.

Laten wij hier herinneren dat, tengevolge van in 1942 gedane proefnemingen, wij alsdan, in tegenstelling met nu, het mogelijk geoordeeld hadden de volledig reeks slagpijpjes van 1 tot 10 toe te laten.

In tabel VIII vergelijken wij de uitslagen van 1942 met die van 1946.

TABEL VIII.

Afwijkingen	1942	1946
Grootste afwijking van de gemiddelde ontploffingstijd . . . . .	0,15	0,24
Vershil tussen de uiterste afwijkingen . . . . .	0,25	0,32
Kleinste verschil tussen opeenvolgende afwijkingen . . . . .	0,24	0,10

De fabricage van 1946 vertoont dus meer onregelmatigheden dan die van 1942.

c) Studie van de slagpijpes der firma « Atlas ».

Alhoewel het ons onmogelijk bleek voor te stellen het gebruik van deze slagpijpes toe te laten, toch zullen wij ze nog al breedvoerig behandelen om reden van een fabricagebijzonderheid, waardoor ze volstrekt van de in België gewoonlijk gebruikte Esbach-slagpijpes verschillen.

De Atlas-slagpijpes bevatten inderdaad een vertragingssas, waarvan de verbranding gas ontwikkelt. In de D.A.G.-slagpijpes bestaat de vertragingssas uit een metaal en een oxyde, zodat de vlam zich in deze sas voortplant zonder gasontwikkeling.

De eersten zitten in een koperen koker met luchtgat; de tweeden integendeel zijn volledig dicht.

De Atlas-slagpijpes zijn als volgt samengesteld :

De geleiders zijn in een koperen koker vastgezet door middel van een prop gegoten zwavel aan de buitenkant en van een prop bitumen aan de binnenkant. Deze twee geleiders zijn aan plaatjes gelast, waartussen de gloeidraad gespannen is, en deze is omhuld door de ontstekingssas.

Op deze sas volgt de vuuroverbrenger (zie schets fig. 1) bestaande uit : a) een metalen cylinder (C) met een zijdelings luchtgat dat tegenover een in de huls van het slagpijpje gemaakt luchtgat (O') ligt, hetwelk door een vliesje vernis is gesloten ; b) een buisje (b) dat gevuld is met de traag brandende sas.

Onder de vuuroverbrenger ligt de knalsaslading zoals in de gewone slagpijpes.

Om alle verstopping van het luchtgat te vermijden, is er een tweede koperen koker coaxiaal op het slagpijpje vastgezet.

Zodra er stroom door het slagpijpje gejaagd wordt, brandt de vuuroverbrengingssas, hierbij een blauwe rook ontwikkelend, die bij afvuring in open lucht zichtbaar is.

Deze slagpijpes zijn langer dan de gewoonlijk in België gebruikte. Tabel IX toont dit.

Het pijpje heeft 7 mm diameter, afmeting die aangenomen is voor de slagpijpes van andere merken. De koker daarentegen, die het luchtgat beschermt, heeft 8,5 mm diameter.

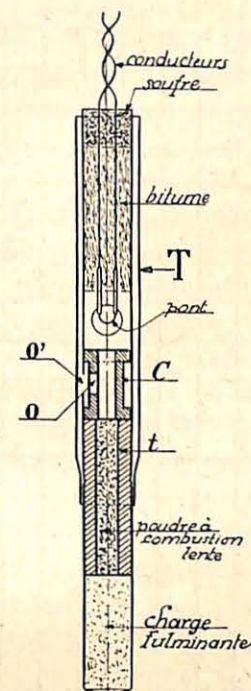


Fig. 1.

TABEL IX.

	Lengte in mm.	
	Slagpijpes Atlas	Slagpijpes Esbach
Moment . . . . .	56	53
Vertraging 1 . . . . .	72	55
» 2 . . . . .	76	57
» 3 . . . . .	79	60
» 4 . . . . .	82	65
» 5 . . . . .	85	65
» 6 . . . . .	89	67
» 7 . . . . .	92	70

We hebben de gevoeligheid der ontstekers onderzocht en de ontploffingstijden gemeten. De uitslagen werden opgetekend op het diagram fig. 2.

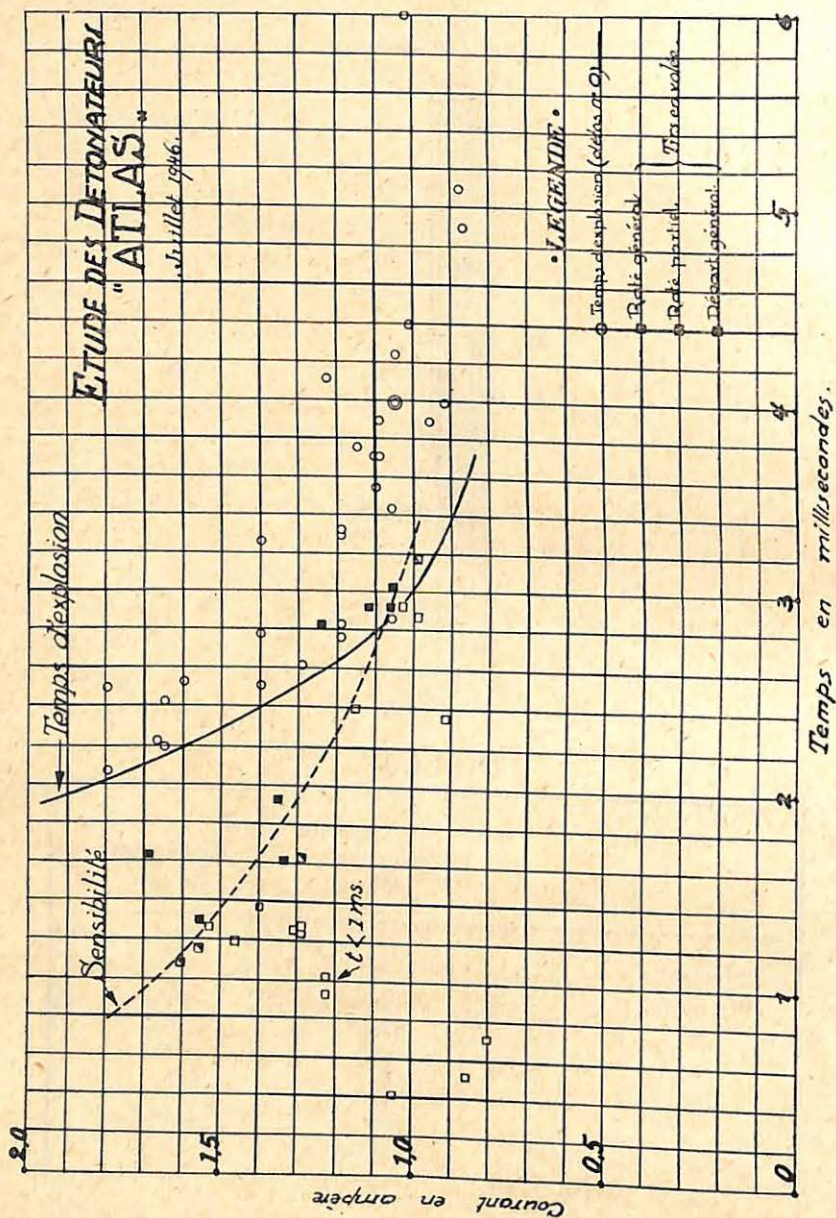


Fig. 2.

De stippellijn stelt in functie van de stroomsterkte de doorgangstijd van de stroom voor die volstrekt nodig is om de minst gevoelige ontstekers te doen ontvlammen.

De volle lijn beantwoordt aan de minimum ontploffingstijden van de slagpijpjes. Deze twee krommen snijden zich in een punt, dat overeenkomt met een stroomsterkte van 1,07 ampère.

Vervolgens hebben wij onderzocht of de tijdslagpijpjes regelmatig ontploffen. De eerste proefnemingen geschieden in openlucht; ze gaven de uitslagen opgetekend in tabel X.

De slagpijpjes met de vertragingen 1 tot en met 6 ontploffen regelmatig. De verschillen tussen de grootste afwijkingen (3<sup>e</sup> regel) zijn betrekkelijk klein en de grootste afwijkingen van de gemiddelde vertragingen (2<sup>e</sup> regel) zijn veel geringer dan de kleinste verschillen tussen opeenvolgende vertragingen (6<sup>e</sup> regel).

Alleen de slagpijpjes met vertraging 7 laten deze gunstige gevolgtrekking niet toe. Het verschil tussen de grootste afwijkingen is belangrijker (0,24) en het kleinste verschil met de slagpijpjes met vertraging 6 is 0,13 seconden.

Om de invloed van de opsluiting te kunnen nagaan, zijn wij overgegaan tot een tweede nazicht en wel van slagpijpjes, die in zand gestoken waren achter een opstopping van klei.

Het grootste gedeelte van het slagpijpje (zie fig. 3) stak in een stalen buis, waarin aan de ene zijde een stalen stop met een gat in geschroefd was; in die stop was het slagpijpje zo gestoken, dat het gedeelte met de slagsas buiten de buis zat.

De slagsas van het slagpijpje ontplofte dus in de open lucht en de knal der ontploffing kon door middel van de oscillograaf geregistreerd worden.

Wij hebben zo drie proeven gedaan, telkens op vijf in serie geschakelde slagpijpjes met verschillende vertragingen.

In tabel XI hebben wij de uitslagen van de optekeningen van de oscillograaf aangeduid voor de slagpijpjes die in een gesloten ruimte werden afgevuurd alsmede de uiterste afwijkingen van de ontploffingstijden van de slagpijpjes die in openlucht ontploften.

De insluiting vermindert de tijd, die verloopt tussen het

TABEL X.

Vertraging	1	2	3	4	5	6	7
Gemiddelde vertraging ten opzichte van het moment-slagpijpe . . . . .	1,69	2,20	2,70	3,26	3,75	4,31	4,76
Grootste afwijking van de gemiddelde vertraging . . .	0,07	0,07	0,06	0,12	0,09	0,08	0,24
Vershil tussen de grootste afwijkingen . . . . .	0,14	0,15	0,10	0,25	0,17	0,16	0,55
Kleinste vertraging . . . . .	1,62	2,15	2,66	3,14	3,66	4,25	4,52
Grootste vertraging . . . . .	1,76	2,26	2,76	3,37	3,85	4,39	4,85
Kleinste verschil tussen twee opeenvolgende vertragingen	0,37	0,40	0,58	0,29	0,40	0,15	

N. B. — AI de vertragingen en tijden zijn uitgedrukt in seconden.

TABEL XI.

Nummer	Ontploffingstijden van de tijds slagpijpes (in een gesloten ruimte)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,92	1,1	1,35	1,68	2,56	—	—
2	1,20	—	1,45	—	2,00	2,65	3,39
3	—	1,44	—	1,70	1,86 valt samen met (5)		4,08
Ontploffingstijd in open lucht	van 1,62 tot 1,76	van 2,13 tot 2,26	van 2,66 tot 2,76	van 3,14 tot 3,37	van 3,66 tot 3,85	van 4,25 tot 4,39	van 4,52 tot 4,85

ogenblik waarop de stroom door de keten gejaagd wordt en de ontploffing ; ze beïnvloedt dus het verloop van de verbranding van de vuuroverbreningsgas.

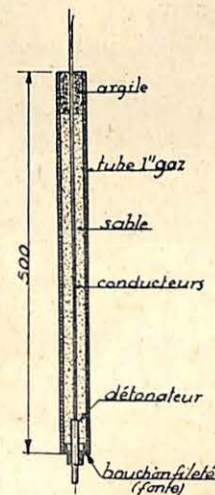


Fig. 3.

Daar men er nooit zeker van is dat de insluiting van verschillende mijnen, die ineens moeten ontstoken worden, volstrekt dezelfde is, kan het gebruik van deze slagpijpjes met gasontwikkeling voor gevolg hebben dat de ladingen niet in de voorziene volgorde ontploffen ; dit nu moet volstrekt worden vermeden.

Om deze reden hebben wij niet kunnen voorstellen de Atlas-slagpijpjes voor het gebruik toe te laten. De afmetingen er van zouden ten andere de aanzetting lastiger gemaakt hebben.

### 7. Studie van een veiligheidsohmmeter.

Dit toestel wordt gebouwd door de firma « Evershed en Vignole », te Londen, en werd ons, om toegelaten te worden in de mijnen, aangeboden door de « Société des Anciens Etablissements Victor Duquesne (A.E.V.D.) » te Brussel.

Het bestaat in hoofdzaak uit : (zie schets fig. 4) :

- a) een magneto die door middel van eene kruk bediend wordt ;
- b) een naaldgalvanometer ;
- c) drie vaste weerstandsklossen.

De magneto heeft een anker met twee klossen, dat in het veld van een permanente magneet draait, en levert stroom, welke gelijkgericht wordt door een stroomwisselaar, die op de as van het anker vast zit.

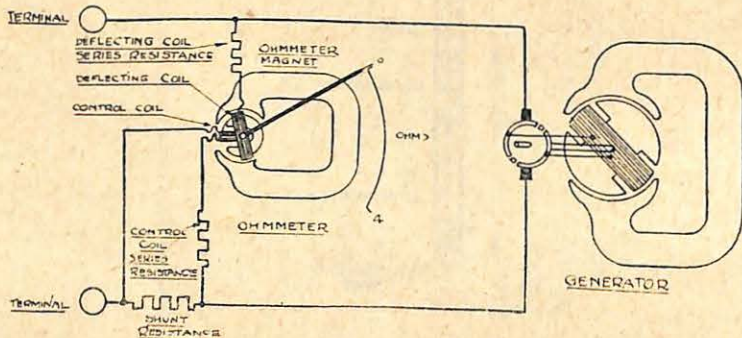


DIAGRAM OF CONNECTIONS & WINDING SCHEDULE  
EVERSHED SAFETY OHMMETERS (CONDUCTOR RANGE)  
REGD TRADE MARK "MEGGER"

Fig. 4.

De electromagnetische galvanometer heeft een beweegbaar gedeelte, dat twee ongeveer haaks gekruiste windingen draagt.

De drie gekalibreerde weerstanden alsmede de te meten weerstand (schietleiding) vormen tenslotte een meetbrug, waarin de magneto stroom jaagt, die door de galvanometer gecontroleerd wordt.

Al de elektrische onderdelen zitten in een doos van een plastische stof ; deze doos bestaat uit twee rechthoekige kuipvormige helften, die door vier schroeven volgens een sluitvoeg, een raakvlak van 4 mm breedte, worden tegeneen bevestigd (zie fig. 5).

In het bovenste gedeelte der doos is er een kijkgat dat met een glas gesloten is en waardoor het mogelijk is de aanduidingen van de galvanometer gade te slaan. Door datzelfde gedeelte steken twee drukknoppen om de schuifklemmen te bedienen, waarin de uiteinden der schietleiding vastgezet worden.

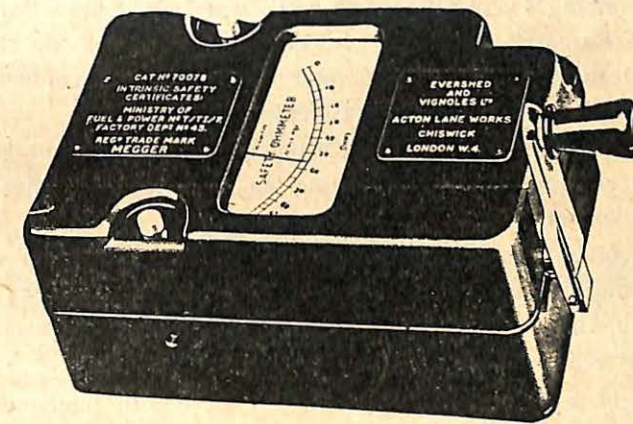


Fig. 5.

De aandrijvingsas van de magneto gaat door de sluitvoeg. Een ringetje van een isolerende stof, dat door een veer tegen de binnenwand der doos gedrukt wordt, dicht de doorgang van de aandrijvingsas af en belet dat er stof in het toestel dringt. Het toestel wordt in een lederen tas gedragen waardoor de doos voor schokken beveiligd wordt.

Al de handelingen, die nodig zijn om een weerstand te meten,

kunnen gedaan worden, zonder dat het toestel uit de tas wordt gehaald.

De schaal gaat van 0 tot 100 ohm; het toestel kan dus gebruikt worden om de weertsand van schietleidingen te meten.

Bij open stroomkring is de met een voltmeter van 1.500 ohm gemeten spanning 1,6 volt. De maximum stroomsterkte bij kortsluiting, gemeten met een electromagnetische ampèremeter 12 milliampère.

Wat de verwezenlijking van de doorgang van de aandrijvingsas en de weerstand van de doos betreft, voldoet dit toestel niet aan de voorschriften van het Nationaal Mijninstituut voor de bouw van mijngasveilig electrisch tuig.

Daarentegen is het electrisch gedeelte van het toestel « veilig door zich zelf », waardoor het gebruik er van in een ontvlambare atmosfeer zonder gevaar is.

De benaming « veilig door zich zelf » wordt door het « Safety in Mines Research Board » tegenwoordig gebruikt om de electrische toestellen aan te duiden, waarvan de vonken onvoldoende energie bezitten om lucht-mijngasmengsels te ontsteken.

Voor de ohmmeter Evershed en Vignole vloeit die hoedanigheid voort uit de uiterst lage spanning en zwakke stroomsterkte die er in kunnen verwekt worden.

Wij hebben inderdaad vastgesteld, dat de onderbreking van de kortsluitingstroom in een mengsel van lucht en lichtgas de ontploffing niet veroorzaakt, zelfs, wanneer de kruk gedraaid werd met een snelheid, die de normale ver overtrof.

Wij hebben derhalve voorgesteld het toestel bij ministeriële beslissing voor het gebruik in de kolenmijnen toe te laten.

## II. STUDIE VAN EEN AAN EEN DEFECTE BENZINELAMP TE WIJTEN ONGEVAL

Dit ongeval deed zich, op 4 Maart 1946, voor in de kolenmijn « Bonne Espérance », te Lambusart, bij het openen van een door-

gang, die voor doel had de continuïteit te verwezenlijken van een houwfront waarvan het bovenste derde was stopgezet geweest tegen een storing.

De doorgang was ongeveer 10 m lang en werd verlucht door een koker (4 buizen van 2 m lang en 230 mm diameter) met een turboventilator.

Toen, op 4 Maart, het personeel op het werk kwam, vond het de doorgang vol mijngas en zette het de ventilator in gang.

Kort daarop deed een mijngasontploffing zich voor waarvan de vlam in de opwaartse richting der helling reikte tot de pilaar, ongeveer 100 m van de ventilator, en in de neerwaartse richting tot aan de kop van het gedeelte van de pijler waarin gewerkt werd.

Tijdens het onderzoek kon men aan de oppervlakkige verbranding van het betimmeringshout zien hoever de vlam gereikt had; men stelde geen enkel mechanisch uitwerksel vast, wat onbetwistbaar aantoonde dat de ontploffing niet hevig was geweest.

Verder vond men in de verluchtungskoker, tegen het ventilatorrad, een stuk harde schiefersteen van ongeveer 100 mm × 100 mm × 90 mm wat er de met het onderzoek belaste ingenieur toe bracht eerst de ventilator als oorzaak van de ontploffing aan te zien.

### α) Proefnemingen met de turbo-ventilator.

De turbo-ventilator was gebouwd door de « Société belge d'Outillage pneumatique » (B.O.P.), had 290 mm diameter en vertoonde geen enkele centragefout: het rad draaide vrij in de mantel en de kogelassen vertoonden geen overdreven spel.

De schoepen, die gemaakt waren van een lichte legering (soort Alpac), waren nochtans nabij de velg afgesleten, alsof zij gewreven hadden tegen een hard voorwerp.

Deze vaststelling liet, vóór verder onderzoek, veronderstellen dat de ontvlaming van het mijngas veroorzaakt geworden was door de wrijving van het stuk schiefersteen op het schoepenrad, wrijving die het metaal zou hebben doen gloeien of zelfs zeer hete metaalstukjes zou losgerukt hebben.

Maar, zoals wij hebben kunnen vaststellen is het onmogelijk



door bestendige wrijving van schiefersteen tegen het schoepenrad vonken te verwekken, zelfs indien de drukking van de schiefersteen tegen het rad zodanig vermeerderd wordt dat de omwentelingssnelheid van de ventilator sterk vermindert.

Daarentegen hebben wij wel enige zeldzame vonken bekomen door af en toe met schiefersteen aan de schoepen te komen wanneer deze normaal draaiden.

Deze proefneming werd herhaald in mijn gasatmosfeer.

Het stuk schiefersteen hing aan een koord, welke over een katrol ging en werd af en toe in aanraking gebracht met het rad.

De ventilator, aangedreven met perslucht onder een drukking van ongeveer 5 kg, was horizontaal geplaatst en er werd aanhoudend methaan toegevoerd, zodat er bestendig een gehalte van ongeveer 10% behouden bleef op de plaats waar de wrijving plaats greep.

Wij hebben op deze wijze het mijn gasmengsel niet kunnen ontsteken.

Daar het ongeval dus niet te wijten was aan de ventilator, restte ons het onderzoek der lampen die op de mijn in beslag genomen werden, te weten twee elektrische lampen en een benzinelamp, die teruggevonden werd in de blindegalerij aan de voet van de doortocht.

#### b) Onderzoek der lampen.

De elektrische lampen zijn van het type F.A.M. der « Compagnie Auxiliaire des Mines », dat toegelaten werd bij de ministeriële beslissing n° 13C/3747 van 24 Januari 1945.

Zij dragen de nummers 246 en 257; ze zijn in volmaakte staat en voorzien van een doelmatige magnetische sluiting.

De benzinelamp n° 55 is gepantserd en van het Wolf-Joris-type n° 4 met benedenvoeding; ze werd voor het gebruik toegelaten bij ministerieel besluit van 5 Augustus 1912 (zie *Annales des Mines de Belgique*, t. XVII, jaargang 1912, blz. 826 en volg.).

Voor het gemak van de lezer geven wij in figuur 6 de tekening met de afmetingen van de lamp, zoals die in het toelatingsbesluit voorkomt.

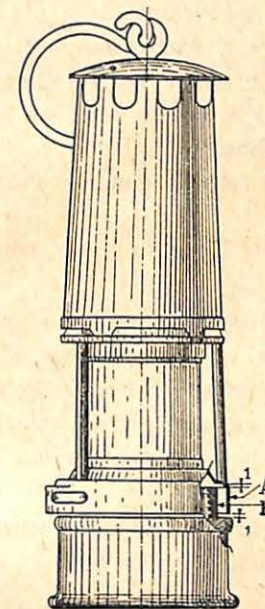


Fig. 6.

De basisring van de pantsering bestaat uit twee concentrische cilindrische stukken A en B; het stuk B is aan de binnenkant van draad voorzien en wordt op de pot geschroefd. Het buitenste stuk A draagt de vijf staafjes, die het glas beschermen. Wanneer de pantsering helemaal vastgeschroefd is, drukt zij tegen de pot met het stuk B van de basisring, terwijl het stuk A 1 mm van de pot afblijft.

De lucht komt dus maar is de kroon door een cirkelvormige ruimte van 1 mm hoogte, die zich uitstrekt over de ganse omtrek van de pot.

Alvorens de lamp, die in de mijn werd in beslag genomen, te demonteren, stellen wij vast dat er, tussen de pot en het stuk A, dat de beschermingsstaafjes van het glas draagt, 2,5 tot 3,05 mm spel is, dus veel meer dan 1 mm zoals op de bij het toelatingsbesluit gevoegde tekening aangeduid.

Het onderzoek van het geparaffineerd bandje van de ontsteker

toont aan dat deze waarschijnlijk niet gebruikt werd nadat de lamp aan de arbeider gegeven werd.

Na de lamp met een electro-magneet geopend te hebben, hebben wij de binnenste delen er van onderzocht.

De zeefkappen zijn in goede staat en beantwoorden aan de voorgeschreven afmetingen.

Het glas steunt op twee ringen van vezels van in het totaal 2,3 mm dikte.

De kroon, waardoor de lucht in de lamp dringt, is op veel plaatsen beschadigd.

De ring, waarin 6 met een dubbel draadnet voorziene vensters uitgespaard zijn, is los van de huls waarin het glas steekt.

Twee der 6 klinknagels, waarmee de twee ringen, die deze kroon vormen, aaneengeklonken zijn, hebben geen kop meer. Het metaal is op vijf plaatsen gescheurd: aan vier klinknagels en in het midden van een der vensters.

Het beschadigde draadnet van het gescheurde venster eindelijk (zie fig. 7) kan gemakkelijk naar links en naar rechts verplaatst worden.

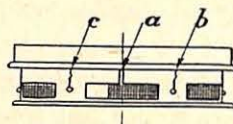


Fig. 7.

Door dit feit kan in dit venster een vrije opening van 6 mm lengte bij 3 mm breedte gemaakt worden, met andere woorden, die van gans het venster.

Op de schets (fig. 7) hebben wij het gescheurde venster door a aangeduid, met de grootste vrije opening links van het dubbel draadnet, en door (b) en (c) de scheuren aan de klinknagels. Feitelijk zijn er vier scheuren aan de klinknagels.

### c) Proefnemingen met de benzinelamp.

Deze zware beschadigingen van de luchtkroon alsmede de overdreven hoogte van de spleet onder aan de basisring der pantsering, stemden ons wantrouwig tegenover de benzinelamp.

Dit wantrouwen werd bevestigd door de proefnemingen, waarvan het relaas hier volgt.

Eerst hebben wij een houten kist (C) gebruikt (zie fig. 8), die voorzien was van een kijkgat met een glas (G) en waarin men met een buis (T) een ontvlambaar mengsel van lucht en mijngas kon inbrengen.

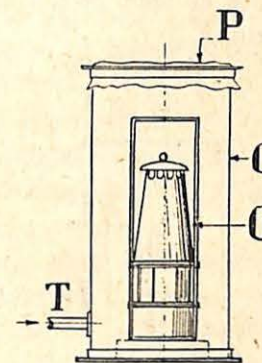


Fig. 8.

Het bovenvlak van de kist was gemaakt van een blad papier (P) waarin gaatjes gestoken waren om de beweging van het gasmengsel mogelijk te maken.

Wanneer de lamp in de kist geplaatst was, liet men er het ontvlambaar mengsel in.

Op 30 proefnemingen, waarbij het methaangehalte schommelde van 7,75 tot 9,5 %, hebben wij slechts één ontvlaming bekomen. Deze werd voorafgegaan door blauwe vlammen, die naar de luchtkroon voortbewogen en er zonder verwijl doorheen sloegen.

In de loop van de negen en twintig andere proefnemingen, hebben wij herhaaldelijk de stand van te draadnet in het venster gewijzigd en zo ofwel één, ofwel twee vrije openingen verwezenlijkt in de luchtkroon.

Wij hebben alsdan onze proefnemingen in een ander toestel voortgezet, toestel dat reeds herhaaldelijk werd beschreven ter gelegenheid van proefnemingen om beschadigde lampen in gebreke te doen blijven.

Dit toestel bestaat uit een verticale cylinder in plaat (c) voorzien van een kijkgat (R) met glas en waarin men de lamp langs onder inbrengt door ze met een koord, die over een katrol

(p) gaat, op de trekken. Boven is de cylinder gesloten met een plaat (P).

De mijngaslucht wordt in het toestel gejaagd door een niet afgebeelde luchtpomp doorheen een doorboorde buis T.

Met dit toestel kan men de lamp in een mijngasmengsel met een bepaald gehalte brengen.

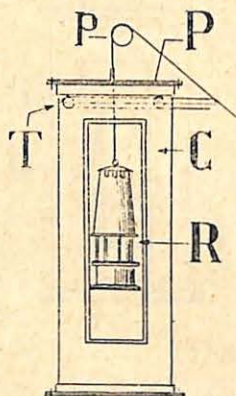


Fig. 9.

Wij hebben 20 proefnemingen gedaan in de loop waarvan het beschadigde draadnet zo verplaatst werd, dat er ofwel een vrije opening van 6 mm lengte werd gevormd, ofwel twee gelijke openingen van 3 mm lengte.

Het methaangehalte schommelde bij deze proefnemingen van 7,5 tot 10 %.

De vlam sloeg 12 maal door de luchtkroon en stak het omgevend mengsel in brand. Zulks gebeurde, welk ook de stand was van het beschadigde draadnet in de kroon.

In 't kort, het risico dat de vlam door de luchtkroon slaat vergroot ten zeerste, wanneer men de lamp in het vooraf gevormde gasmengsel brengt in plaats van het gasmengsel langs de lamp te laten stromen.

Maar, zoals wij vroeger zegden, vertoonde de lamp, buiten de beschadiging van de kroon, een tweede fout: de pantsering was niet helemaal op de pot aangeschroefd. Men kon nochtans gemakkelijk, terzelfdertijd het glas alsmede de zeefkappen voldoende vastzetten en de hoogte van de cirkelvormige spleet,

waardoor de lucht in de lamp drong, verminderen, hetzij door de twee ringen van vezel weg te nemen, hetzij door de pantsering door een andere, met langere staafjes, die wij in onze verzameling hadden genomen, te vervangen, wat toeliet de ringen op hun plaats te laten onder het glas.

De spleet, waardoor de lucht binnendrong, was in het eerste geval 1 tot 1,5 mm hoog, in het tweede 0,6 tot 1,3 mm.

De op een van deze twee manieren verbeterde lamp, maar met de beschadigde luchtkroon, werd daarna opnieuw aan proeven in een mijngasatmosfeer onderworpen (de lamp werd er langs onder ingebracht).

Er deed zich geen enkele ontvlaming voor in de 10 proeven die wij gedaan hebben.

Door de hoogte van de spleet, waardoor de lucht in de lamp dringt, terug te brengen tot ongeveer die, welke voorzien is in het toelatingsbesluit, hebben wij dus de slechte werking van de luchtkroon verbeterd.

Men zie hierin de rechtvaardiging van het principe: het is nodig meerdere veiligheidsorganen of inrichtingen samen aan te wenden.

Als besluit van onze proefnemingen kan er gezegd worden, dat de ontvlaming te wijten was aan de slechte staat van de benzinelamp.

Hoofdzakelijk was de oorzaak te vinden in de beschadiging van de luchtkroon; hier dient echter aan toegevoegd te worden, dat deze beschadiging zonder gevolg zou gebleven zijn, indien de lampenist de noodlottige gedachte niet had gehad onder het glas twee ringen in vezel te steken, wat geenszins nodig was om de pantsering behoorlijk op de pot vast te zetten.

Dit ongeval laat vermoeden, dat sommige lampenisten niets af weten van de voorschriften betreffende de bouw der lampen en inzonderheid van deze betreffende de afmetingen der veiligheidsorganen. (De Wolf-Joris-lamp n° 4, die hier in gebreke bleef, komt overigens niet voor in de « Mijnpolitie » door Ad. Breyre.)

Het is derhalve wenselijk dat de lampenisten beschikken over

een plan, met aanduiding van de afmetingen, van de lamp die zij moeten nazien.

### III. VERLICHTING DOOR DRAAGBARE ELECTRISCHE LAMPEN

#### Toelating van zes nieuwe lampen.

In de loop van het jaar 1946, hebben wij de toelating voorgesteld van :

1° twee lampen met alkalische accumulator (twee elementen) gefabriceerd door de N.V. « Société anonyme belge d'Applications électriques de La Bouverie ».

Deze twee lampen zijn van het normale type, m.a.w. ze bestaan uit een pot met cirkelvormige doorsnede, waarin de batterij zit, en een deksel, dat het gloeilampje draagt, hetwelk door een glazen stolp en een stel verticale metalen staven beschermd wordt.

Het vermogen en de verbruikte stroom zijn 17,5 ampère-uur en 1,5 ampère voor de eerste dezer twee lampen en 24,0 ampère-uur en 2 ampère voor de tweede.

2° een lamp met alkalische accumulator, die aangeboden werd door de N.V. « Société anonyme des Ateliers mécaniques de Mariemont Hayettes » en die gemaakt wordt door de « Concordia Electric Safety Lamp », te Cardiff (Engeland).

Deze lamp bestaat uit een bus met rechthoekige doorsnede, die een cylinder met horizontale as draagt, welke met een glas gesloten is. In de bus zitten twee alkalische elementen en in de cylinder, het gloeilampje, dat 0,5 ampère verbruikt, alsmede een reflector.

Deze lamp, die alleen bestemd is voor het toezichtspersoneel, weegt slechts 1,4 kg.

3° drie lampen van het zogezegde hoedlamptype, respectief aangeboden door de « Ateliers mécaniques de Morlanwelz-Hayettes », de N.V. « Fabrick en Handelsbureau Nederland », te

Haarlem, en de vennootschap « Oldham and Son », te Dendon (Manchester).

De eerste wordt gemaakt door de « Concordia Safety Lamp », te Cardiff. De alkalische accumulator, bestaande uit 3 elementen (3,9 volt), zit in een bus met rechthoekige doorsnede. De batterij is aan de projector verbonden door een kabel met twee geleiders, die beschermd zijn door een soepel omhulsel in rubber.

In de bus zit insgelijks een smeltzekering in een van de twee geleiders.

Het gloeilampje heeft twee dezelfde gloeidraadjes, die elk 1 ampère verbruiken. Een schakelaar, die door middel van een op de projector geplaatste, geribbelde knop kan bediend worden, laat toe naar wens stroom door het een of het ander draadje te zenden.

De bus wordt met een riem over de schouder gedragen en de projector op de hoed vastgezet.

Het totaal gewicht van de lamp (projector en accumulator) is 3,2 kg.

Onlangs heeft de fabrikant het gewicht van de projector met 80 gr verminderd door het metaal door een harde kunststof te vervangen. Daarenboven werd de schakelaar in een stofdichte cilindrische bus in celluloid geplaatst, wat de contacten tegen vuil beschermt en bijgevolg de weerstand van de stroomkring vermindert.

De lamp van de N.V. « Fabrick en Handelsbureau » verschilt slechts door enige bijzonderheden van de voorgaande : alkalische accumulator met twee elementen, schakelaar op de accumulatorbus, gloeilampje met één gloeidraadje dat 0,5 ampère verbruikt, totaal gewicht 3,450 kg.

De Oldham-lamp is heel anders samengesteld.

De loodaccumulator bestaat uit twee elementen, die in een rechthoekige doos van hard eboniet zitten, welke met een metalen deksel gesloten is.

De projector is insgelijks van eboniet en bevat twee lampjes, respectief van 0,8 en 0,5 ampère, die naar wens kunnen inge-

schakeld worden door middel van een schakelaar met geribbelde knop, welke opzij op de projector geplaatst is.

Het gloeilampje van 0,8 ampère heeft twee dezelfde gloeidraadjes, die afzonderlijk kunnen ingeschakeld worden. Ditzelfde lampje drukt tegen het beschermingsglas en is zo in contact met de centrale stroompool. Wordt het beschermingsglas verwijderd, dan wordt het contact verbroken en kan het gloeilampje niet meer ontstoken worden.

Het gewicht van de volledige lamp is 2,295 kg.

De Oldham-lamp biedt de volgende bijzonderheden :

De accumulator wordt op de ladingsbank aangekoppeld met de kabel die de projector voedt. Deze laatste is aan de achterkant voorzien van een soort sleutelgat en wordt op een sleutel, die op de ladingsbank vastzit, gestoken. Door de projector 180° rond de as van de sleutel te draaien, wordt een pool, die opzij in de projector uitsteekt en aan een der geleiders van de kabel verbonden is, met een vast contact in aanraking gebracht. De draaibeweging sluit insgelijks een schakelaar, die in de projector ingebouwd is, en verbindt alzo de sleutel met de kabel.

De sleutel en het vast contact, waarvan hiervoor sprake was, zijn verbonden met een stroombron met onveranderlijke spanning. Hierdoor houdt de lading van de accumulator op zodra de spanning aan de klemmen gelijk is aan die van de stroombron.

Gelijk welke werkman kan de accumulatoren op de ladingsbank plaatsen en ze er af nemen; de tussenkomst van het personeel, dat belast is met het onderhoud der batterijen, is niet nodig.

Daar tijdens de lading het deksel op de doos van de accumulator blijft, ontsnappen de gassen die bij de lading ontwikkeld worden door twee kanalen van 95 mm lengte en 2 mm diameter, die in de zijwand van de doos gemaakt zijn en bestendig de verbinding met de omgevende atmosfeer verzekeren.

#### IV. OPZOEKINGEN BETREFFENDE DE ONTVLAMMING VAN MIJNGAS DOOR DE GLOEIDRAAD VAN DRAAGBARE ELECTISCHE LAMPEN

De kwestie van de ontvlaming van mijngas door de gloeidraad van draagbare elektrische lampen blijft steeds actueel, ondanks de menigvuldige navorsingen, waarvan zij het voorwerp is geweest zowel in België als in het buitenland.

Deze blijvende inspanning om steeds een grotere veiligheid te verwezenlijken is gerechtvaardigd door de steeds grotere uitbreiding die de elektrische verlichting door draagbare lampen in de kolenmijnen neemt.

De ontvlaming van de mijngasmengsels door gloeiende metalen gloeidraadjes is een gekend verschijnsel, dat onder meer in het licht gesteld werd door proefnemingen, die in 1910 te Frameries (1) werden gedaan. Maar, zoals wij het lieten opmerken in een opstel betreffende dit onderwerp, opstel dat als bijlage bij het Jaarverslag over de werkzaamheden van het Nationaal Mijninstituut in 1942 gepubliceerd werd (2), verwekt het breken van een electrisch gloeilampje in een mijngasatmosfeer niet regelmatig een mijngasontvlaming. Hiervan kan men zich rekenschap geven door in 't kort de eerst te Frameries en later te Paturages bekomen uitslagen.

##### a) Overzicht van de vroegere opzoekingen .

1. — Van de 251 proefnemingen, die aangehaald worden door de onderzoekers van Frameries, moeten er 90 weggelaten worden, omdat ze onregelmatig waren, hetzij dat het breken van het glas de breuk van de gloeidraad veroorzaakte, hetzij dat de op het lampje toegepaste spanning de normale bedrijfs-spanning merkkelijk overtrof.

Van de 161 overblijvende proeven, die alleen als regelmatig

(1) Zie « Annales des Mines de Belgique », Boekdeel XVI, jaargang 1911, bl. 321 en volgende.

(2) Zie « Annales der Mijnen van België », Boekdeel XLIV, jaargang 1943, bl. 93 en volgende.

mogen aangezien worden hebben er 47 de omgevende atmosfeer niet ontstoken.

2. — In 1942 hebben wij vijf gloeilampjestypen, die gefabriceerd werden door de N.V. « Luxor » en die de volgende kenmerken vertoonden, beproefd.

TABEL XII.

Spanning in volt	Stroomsterkte in ampère	Diameter van het gloeidraadje in mm.
2,0	0,85	0,065
2,6	0,50	0,049
2,6	1,00	0,073
2,6	1,20	0,081
2,6	1,50	0,093

Deze gloeilampjes waren van het luchtledige type met recht, niet spiraalvormig gloeidraadje van wolfram.

Onze studie bestond hier in, na te gaan of er zich al dan niet een ontvlaming voordeed, wanneer het glazen peertje stuk geslagen werd in een mijngasatmosfeer zonder dat het gloeidraadje werd gebroken.

Met behulp van de oscillograaf waren wij er in gelukt de verschijnselen op te nemen die onmiddellijk het breken van het glas volgen: plotselinge vermeerdering, daarna geleidelijke vermindering van de stroomsterkte in het gloeidraadje, tijds-spanne tussen het breken van het peertje en de ontvlaming van het mijngas of het smelten van het gloeidraadje.

Het type 2,0 volt, 0,85 ampère, was het veiligste, want, zelfs mits opdrijving van de voedingsspanning, hebben wij op 24 proeven slechts 6 ontvlamingen opgetekend.

Voor de andere typen bekwamen wij ontvlamingen bij de normale voedingsspanning volgens de volgende verhoudingen:

Type 2,6 volt 0,5 ampère 2 ontvlamingen op 15 proeven.

»	1,0	»	7	»	16
»	1,2	»	10	»	21
»	1,5	»	11	»	19

Voor deze vier typen groeit, zoals men ziet, de ontvlammingswaarschijnlijkheid met de sterkte van de voedingsstroom.

3. — Het is interessant de proefnemingen te herinneren, die in 1944 gedaan werden met het doel de oorzaken op te sporen van het ongeval, waarvan het relaas gegeven wordt op de bladzijden 314 en volgende van het Jaarverslag der werkzaamheden van 1944 en 1945 (zie *Annalen der Mijnen van België*, boekdeel XLVI, jaargang 1945-1946) en dat te wijten scheen te zijn aan een erg beschadigde, op de werkplaats gevonden draagbare elektrische lamp.

We hebben toen twee Luxorgloeilampjestypen van 2,6 Volt met een respectief stroomverbruik van 0,45 en 0,50 ampère onderzocht.

Beide typen hadden luchtledige peertjes en een spiraalvormige, in V-vorm geplooide gloeidraad.

Ten gevolge van sommige fabricagedetails (lengte en diameter van de gloeidraad) was de lichtsterkte van het 0,5-ampèretype groter dan die van het 0,45-ampèretype.

Wij hebben de twee typen onderzocht, omdat wij niet met zekerheid hadden kunnen uitmaken van welk type het teruggevonden gloeilampje was.

Wij hebben 25 lampjes van 0,45 ampère aan de breekproef onderworpen en 35 lampjes van 0,50 ampère.

Van deze 60 proeven, verwekte er slechts één een ontvlaming en dat in de volgende heel bijzondere omstandigheden: gloeilampje van het 0,45-ampèretype, gevoed door 4 alkalische elementen, spanning 5,4 volt, dus 65 t. h. hoger dan de spanning van een batterij van twee elementen.

Deze gloeilampjes met spiraalvormig, in V-vorm geplooid gloeidraadje, waren dus veiliger dan het in 1942 bestudeerde type met recht, niet spiraalvormige gloeidraadje.

#### b) In 1946 gedane proefnemingen.

De proefnemingen, die wij in 1946 hebben gedaan, geschieden met zeer bijzondere gloeilampjestypen, die op verzoek van de « Ateliers Mécaniques de Mariemont-Hayettes », door een Belgische en door een Franse firma gemaakt werden. Deze

gloeilampjes hadden twee dezelfde evenwijdig tussen de draagstaafjes gespannen gloeidraadjes.

Deze schikking steunt op de bij onze vroegere navorsingen gedane vaststellingen, waaruit blijkt dat de waarschijnlijkheid van een mijngasontsteking door een gloeiend gloeidraadje rechtstreeks evenredig is met de verbruikte stroom. In geval van twee gloeidraadjes met gelijke weerstand verbruikt elk de helft van de normale op de lamp geschreven stroomsterkte.

Vijf gloeilampjestypen met dubbel gloeidraadje werden beproefd.

Wij hebben breekproeven uitgevoerd in een mijngasmidden en de totale door de twee gloeidraadjes uitgezonden elektrische energie bepaald.

Wij hebben hierbij het toestel gebruikt, dat beschreven wordt op blz. 319 en 320 van het Jaarverslag over de werkzaamheden in 1944-1945 (*Annalen der Mijnen van België*, boekdeel XLVI, jaargang 1946).

Het in de stroomkring van een accumulatorenbatterij ingeschakeld gloeilampje, werd in een metalen, met een kijkglas voorzien en met een ontvlambaar mijngasmengsel gevuld vat geplaatst. Het methaangehalte van het mengsel werd gecontroleerd met een Le Chatelier-buret. Wanneer het gloeilampje zijn bedrijfstemperatuur bereikt had, werd het glas gebroken door de schok van een valhamertje waarvan de valhoogte op het volstrekt minimum geregeld was om zeker de breuk van het gloeidraadje te vermijden.

Om de lichtenergie te meten hebben wij een photometrische bol met 7,5 cm straal van de N.V. Philips gebruikt. In deze bol is het te beproeven lampje en een photometrische cel geplaatst, het eerste in het middenpunt en de tweede tegen de wand. De cel is door een scherm onttrokken aan de rechtstreekse stralen van de lamp en ontwikkelt een stroom die afhangt van de totale door de gloeidraad uitgezonden en eenparig diffuus in de bol verspreide lichtenergie.

De elektrische stroomkringen, die het meten toelaten, zijn afgebeeld op schets figuur 10.

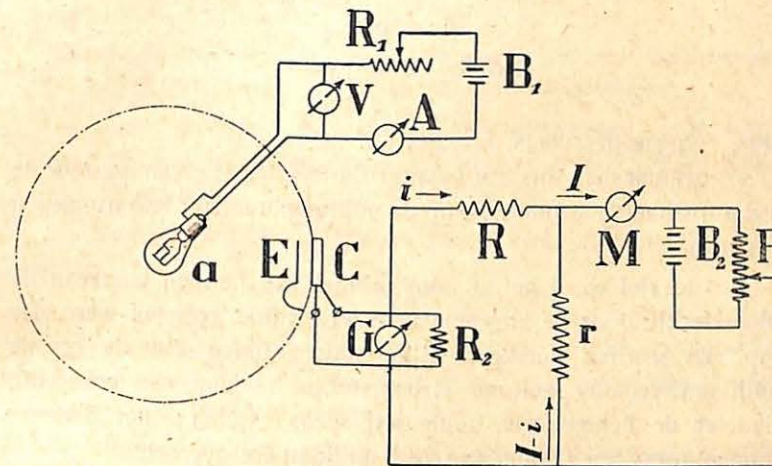


Fig. 10.

Het gloeilampje a wordt gevoed door een batterij B<sub>1</sub>, waarvan het debiet door middel van een weerstand R<sub>1</sub> geregeld wordt. De spanning en de stroomsterkte worden gemeten met een voltmeter V en een ampèremeter A. De cel C (afgeschermd door een plaatje E) is met een galvanometer verbonden, waarmee een weerstand R<sub>2</sub> als stroomdemper (1.000 ohm) in parallel geschakeld is. Met deze keten is er een meer ingewikkelde kring in parallel geschakeld, bestaande uit de weerstanden R (1.000 ohm), r (1 ohm), een milliampèremeter M, een batterij B<sub>2</sub> en een potentiometer P met een totale weerstand van 1.000 ohm.

Wanneer het lampje onder stroom staat, wordt de potentiometer zo geregeld dat er geen stroom door de galvanometer gaat. De cel levert dan in kortsluiting een met de ontvangen lichtenergie rechtstreeks evenredige stroom.

De op de schets door pijltjes aangeduide stroomsterkten I en i stellen respectief het debiet van de cel en de door de milliamp-

pèremeter aangeduide intensiteit voor en ze voldoen aan de vergelijking :

$$R - (I - i) r = 0$$

$$\text{of } I = i \cdot \frac{R + r}{r}$$

dus, volgens de schets,  $I = 1.001 i$

Zo bekomt men dus een belangrijke versterking van de door de cel ontwikkelde stroom, die op de milliampèremeter kan afgelezen worden.

Het toestel werd geijkt door middel van lampen waarvan de lichtsterkte door de zorgen van N.V. Philips gemeten werd. De op een grafiek getekende ijkuitslagen tonen dat de op de milliampèremeter gelezen stroomsterkte rechtstreeks evenredig is met de lichtenergie, zoals wij reeds zegden ; met 5 decalumen komt een stroom van 78,5 milliampère overeen.

Hier volgen de vaststellingen die wij deden bij de studie van vijf lampentypen met dubbele gloeidraad.

### I. Gloeilampjes 2.6 Volt, 1,7 Ampère (1<sup>e</sup> partij). (Zonder gasvulling.)

Twee evenwijdige spiraalvormige gloeidraadjes zoals de schets figuur 11 aanduidt.

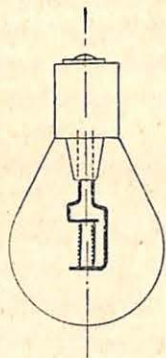


Fig. 11.

### Breekproeven.

a) Stroom geleverd door 5 in serie geschakelde alkalische elementen en geregeld op 1,7 ampère door middel van een weerstand :

10 lampjes worden in mijngasmengsels met een methaangehalte van 7,75 à 9 t. h. gebroken : twee ontvlamingen.

b) Stroom geleverd door 2 alkalische elementen ; geen regelingsweerstand in de stroomkring ; stroomsterkte 1,6 ampère ; methaangehalte van het gasmengsel 7,75 tot 8 t. h. :

10 lampjes worden gebroken zonder ontvlaming te verwekken.

c) Stroom geleverd door 4 in parallel geschakelde series van 2 alkalische elementen ; de spanning op het gloeilampje toegepast verandert van 2,55 tot 2,58 volt ; de verbruikte stroom bedraagt 1,65 ampère ; methaangehalte 8 t. h.

10 lampjes worden gebroken zonder ontvlaming te verwekken.

In 30 proeven hebben wij dus maar 2 ontvlamingen bekomen en wel bij toepassing van een abnormale spanning : bij open stroomkring was deze 150 t. h. hoger dan die van twee alkalische elementen.

### Metingen van de lichtenergie.

Gemiddelde van 3 metingen voor 3 gloeilampjes bij een stroomsterkte van 1,70 ampère en een normale spanning van 3,10 Volt : 3,94 decalumen.

Gemiddelde van 3 metingen voor 3 gloeilampjes bij een stroomsterkte van 1,50 tot 1,54 ampère en een normale spanning van 2,60 Volt : 1,74 decalumen.

Men stelt vast dat de op het lampje aangeduide stroomsterkte (1,7 ampère) slechts bekomen wordt door toepassing van een veel grotere spanning dan deze van de normale batterij van twee alkalische elementen (2,6 volt).

Bij normale spanning (2,6 volt) en stroomsterkte is het gemiddeld rendement dezer gloeilampjes 4,4 lumen/watt.



## 2. Gloeilampjes 2,6 Volt, 1,7 Ampère (2<sup>e</sup> partij). (Zonder gasvulling.)

Twee spiraalvormige gloeidraadjes, 18,8 mm lang, 0,071 mm diameter, op een onderlinge afstand van 1 mm geplaatst volgens de aanduidingen van schets figuur 11.

### *Breekproeven.*

De stroom wordt geleverd door 5 in parallel geschakelde series van 2 alkalische elementen.

De toegepaste spanning schommelt tussen 2,5 en 2,63 Volt en de verbruikte stroom tussen 1,62 en 1,70 ampère.

Het methaangehalte verandert van 7,5 tot 8,25 t. h.

Van 31 proeven verwekt er geen enkele de ontvlaming.

### *Metingen van de lichtenergie.*

Gemiddelde van 7 metingen bij een stroom van 1,65 ampère : 1,51 decalumen, met als uiterste waarden 1,33 en 1,85 decalumen.

Gemiddelde van 6 metingen bij een stroom van 1,70 ampère : 2,08 decalumen, met als uiterste waarden 1,76 en 2,52 decalumen.

Volgens de fabrikant is het gemiddelde rendement van deze gloeilampjes ongeveer 3,21 lumen/watt.

## 3. Gloeilampjes van 2,6 Volt, 1,4 Apère (3<sup>e</sup> partij). (Zonder gasvulling.)

Twee spiraalvormige gloeidraadjes, 18 mm lang, 0,063 mm diameter, op een onderlinge afstand van 1 mm geplaatst volgens de aanduiding van schets figuur 12.

### *Breekproeven.*

a) De stroom wordt geleverd door 5 in parallel geschakelde series van 2 alkalische elementen. Spanning 2,53 tot 2,57 Volt ; stroomsterkte 1,35 tot 1,40 ampère ; methaangehalte 8 t. h.

Bij vier van de vijftien proeven wordt een ontvlaming verwekt.

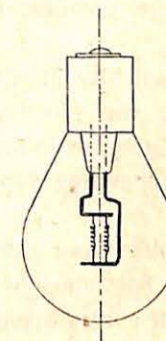


Fig. 12.

b) Het gloeilampje wordt verbonden aan een normale batterij van twee alkalische elementen. De ampèremeter wordt uit de stroomkring weggenomen. De toegepaste spanning schommelt van 2,54 tot 2,61 volt. Het methaangehalte verandert van 7,75 tot 9,5 t. h.

Bij drie proeven van de dertig wordt een ontvlaming verwekt.

### *Metingen van de lichtenergie.*

Gemiddelde van 8 metingen bij een stroomsterkte van 1,35 ampère : 2,12 decalumen, met als uiterste waarden 1,92 en 2,33 decalumen.

Gemiddelde van 7 metingen bij een stroomsterkte van 1,40 ampère : 2,80 decalumen, met als uiterste waarden 2,47 en 3,12 decalumen.

TABEL XII.

Nummer van het lampje	Stroomsterkte in ampère	Lichtvermogen in décalumen
1	1,7	4,35
2	1,65	4,18
3	1,75	3,45
4	1,70	3,61

Volgens de fabrikant is het gemiddeld rendement 5,64 lumen/watt.

Ter vergelijking geven wij hier de uitslagen bekomen bij het meten van de lichtenergie van gloeilampjes met enkel gloeidraadje, welke wij op goed geluk af in onze verzameling genomen hebben en waarop wij de spanning van een batterij van 2 elementen hebben toegepast.

Door berekening vindt men voor deze vier gloeilampjes een gemiddeld rendement van 8,8 lumen/watt, dus veel meer dan voor de lampjes van de drie eerste partijen.

#### 4. Gloeilampjes van 2,6 Volt en 1,80 Ampère (4<sup>e</sup> partij). (Zonder gasvulling.)

Twee spiraalvormige, evenwijdiggeplaatste gloeidraadjes ; diameter 0,072 mm (zie schets fig. 13).

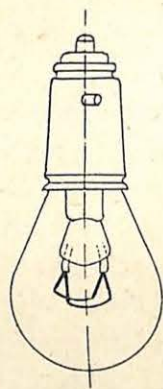


Fig 13.

#### *Breekproeven.*

a) De stroom wordt geleverd door een batterij van 5 in parallel geschakelde series van 2 elementen ; de toegepaste spanning schommelt tussen 2,58 en 2,68 volt, de verbruikte stroom, tussen 1,925 en 1,975 ampère.

Van 8 proeven verwekken er 6 een ontvlaming.

b) De stroom wordt geleverd door een normale batterij, met een spanning van 2,37 tot 2,57 volt ; stroomsterkte 1,85 tot 1,925 ampère.

Vijf proeven verwekken alle de ontvlaming.

#### *Metingen van de lichtenergie.*

De lichtenergie werd gemeten bij de fabrikant en, voor een stroom van 1,81 ampère, gelijk bevonden aan 3,6 decalumen.

Het rendement bedraagt in die omstandigheden 7,67 lumen/watt.

Voor het gloeilampje met enkel spiraalvormig gloeidraadje en gasvulling werd, bij een stroomsterkte van 1,8 ampère, de lichtenergie gelijk bevonden aan 3,8 decalumen en het rendement aan 8,10 lumen/watt.

#### 5. Gloeilampjes van 2,6 Volt en 1,4 Ampère (5<sup>e</sup> partij). (Zonder gasvulling.)

Twee niet spiraalvormige gloeidraadjes, diameter 0,055 mm. (zie schets fig. 13).

#### *Breekproeven.*

a) De stroom wordt geleverd door een batterij van 5 in parallel geschakelde series van 2 elementen ; toegepaste spanning : 2,61 volt ; stroomsterkte hetzij 1,25, hetzij 1,35 ampère.

Twee proeven verwekken de ontvlaming.

b) De stroom wordt geleverd door een normale batterij voor mijnlampen. Spanning : 2,56 volt ; stroomsterkte : 1,29 ampère.

Een proef gevolgd door ontvlaming.

#### *Metingen van de lichtenergie.*

De lichtenergie werd bij de fabrikant gemeten. Men kwam 1<sup>o</sup> voor het lampje met dubbele gloeidraad, bij een stroomsterkte van 1,4 ampère, 2,72 decalumen en 7,47 lumen/watt ;

2<sup>o</sup> voor het lampje met enkele gloeidraad (zonder gasvulling), bij een stroomsterkte van 1,4 ampère, 2,8 decalumen en 7,70 lumen/watt.

Alleen met de gloeilampjes van de eerste en van de tweede partij, waarvan de karakteristieken 2,6 volt en 1,7 ampère waren, werd er bij de normale spanning geen ontvlaming bekomen.

Laten wij opmerken dat het gemiddeld rendement van de gloeilampjes van de eerste partij maar 4,4 lumen/watt bedraagt.

De gloeilampjes van de derde partij (2,6 volt, 1,4 ampère), die een rendement hadden van 5,64 lumen/watt, verwekten 7 ontvlamingen in 45 proeven.

Eindelijk, voor de lampjes van de vierde en vijfde partij, heeft men respectief opgetekend :

11 ontvlamingen voor 13 proeven (rendement 7,67) ;

3 ontvlamingen voor 3 proeven (rendement 7,47).

Stellen wij vast dat alleen deze twee laatste partijen een rendement hebben dat dat van de gloeilampjes met enkel gloeidraadje benadert maar toch nog kleiner blijft.

Het schijnt dus dat om een gloeilampje met dubbele gloeidraad te maken waarvan het breken in een mijngasmidden geen ontvlaming verwekt, men tevreden moet zijn met een veel kleiner lichtrendement dan dat van de thans in de mijnen gebruikte en veel stroom (1,4 tot 1,8 ampère) verbruikende gloeilampjes.

Uit onze proefnemingen blijkt insgelijks, dat de ontvlammingswaarschijnlijkheid, die men gelijk kan stellen met de verhouding van het aantal ontvlamingen tot het aantal proeven, met het lichtrendement vermeerderd of, indien men verkiest, met de regimetemperatuur der gloeidraden, want het lichtrendement groeit met de temperatuur. (Het was ten andere te voorzien dat het ontvlammingsrisico zou vermeerderen met de temperatuur welke door de gloeidraadjes bereikt wordt op het ogenblik dat zij in aanraking komen met het ontvlambaar gasmengsel.)

Ondanks de negatieve uitslagen van onze opzoekingen, menen wij niet ze te moeten stopzetten. Er zijn immers fabrikanten die denken dat het niet onmogelijk is een veilig gloeidraadje te verwezenlijken met een aanneembaar rendement.

Wij zijn verplicht hen in hun opzoekingen bij te staan.

## V. OPZOEKINGEN BETREFFENDE DE ONTVLAMMING VAN KNALGAS IN DE DRAAGBARE ELECTRISCHE LAMPEN

Tot deze opzoekingen gaven aanleiding twee knalgasontvlamingen, die zich met een tussentijd van 15 dagen voordeden in de lampenkamers van een kolenmijn van het bekken van Charleroi.

De met het onderzoek belaste ingenieur heeft over deze incidenten in zijn verslag het volgende relaas gegeven :

Op de accumulator van een lamp van het type 522 van de « S. A. d'Eclairage des Mines et d'Outillage industriel » te Loncin, was van 15 tot 24 uur de ladingsstroom ingeschakeld gebleven ; vervolgens had men de accumulator gewoon laten staan tot 4 uur in de morgen. Daarna maakte de lampenist de lamp voor de uitdeling gereed door de kop op de pot te schroeven.

Rond 7 uur in de morgen, toen de hoofdlampenist de lamp ontstak, deed er zich een kleine ontploffing in de pot voor, waarbij men een vlam van ongeveer 20 mm lengte uit de verbindingsvoeg zag slaan.

Vijftien dagen vroeger had een lamp van het type 520 van de zelfde fabrikant aanleiding gegeven tot een gelijkaardig incident. Het feit was gemeld geworden door een Duits krijgsgevangene, maar daar deze enige getuige was, had men aan zijn gezegde geen geloof gehecht.

Het onderzoek der feiten toont aan, dat er zich een ontvlaming van knalgas heeft voorgedaan te wijten aan een vonk, die oversprong hetzij bij het openen, hetzij bij het sluiten van de stroomkring van het gloeilampje.

Boven de grond heeft zulke ontvlaming geen gevolgen ; in het ondergronds bedrijf van een mijngashoudende mijn, kan zij, integendeel, uiterst gevaarlijk zijn.

Reeds in 1934 had dit vraagstuk ons bezig gehouden.

Te dien tijde immers hadden onze collega's van het « Safety in Mines Research Board » gewezen op een mijngasontvlaming die zich in een Engelse mijn had voorgedaan in zulke voor-

waarden dat de vermoedelijke oorzaak van het ongeval alleen een knalgasontploffing in een lamp met een accumulator gevormd uit drie ijzernikkelementen kon zijn. Het omhulsel, dat de accumulator beschermde, bestond uit een doos met rechthoekige doorsnede die gesloten was met een deksel.

Zo kwamen wij er in 1934 reeds toe, twee punten te bestuderen, waarmede de veiligheid geboden door de draagbare elektrische lampen, ten zeerste verband houdt, te weten :

1° de dichtheid van de verbinding met het deksel ten opzichte van een inwendige knalgasontploffing ;

2° de geschiktheid van de accumulatorvonken om knalgasmengsels te ontsteken.

De uitslagen van deze studie werden, doch zeer in 't kort, gepubliceerd in het Jaarverslag over de werkzaamheden in 1934 (zie *Annales des Mines de Belgique*, jaargang 1935, boekdeel XXXVI, blz. 16 en 17).

Gelet op de belangrijkheid van dit onderwerp, achten wij het nuttig, er hier nogal uitvoerig aan te herinneren vooraleer onze vaststellingen van 1946 aan te duiden.

#### α) Opzoeken betreffende de dichtheid van de draagbare elektrische lampen.

Bij het ministerieel besluit van 15 Mei 1919, worden er twee manieren voorzien om het deksel op de pot van de accumulator te bevestigen : de ineenschuiving over een lengte van 8 mm met scharnier en klinkje en de ineenschroefing van ten minste twee windingen.

Tot in de laatste jaren kende men in België alleen de verbinding met vierkante schroefdraad. Slechts bij de hoedlampen, die voor het eerst in 1946 werden toegelaten, schuift het rechthoekig deksel op de rechthoekige pot.

In 1934 hebben wij dan ook alleen de ineengeschroefde lampen onderzocht.

Heel de lamp was in een mijngasatmosfeer geplaatst en de vrije ruimte in de pot was gevuld met knalgas (waterstof + zuurstof). Door een elektrische vonk werd de ontploffing in de

pot verwekt en er werd nagegaan of de ontvlaming van de omringende atmosfeer volgde.

Voor onze proefneming hadden wij de accumulator door een gegoten isolerende massa M vervangen, zodat er in de lamp een vrije ruimte openbleef met hetzelfde volume als datgene dat gewoonlijk vrij blijft tussen de batterij en het deksel (zie fig. 14).

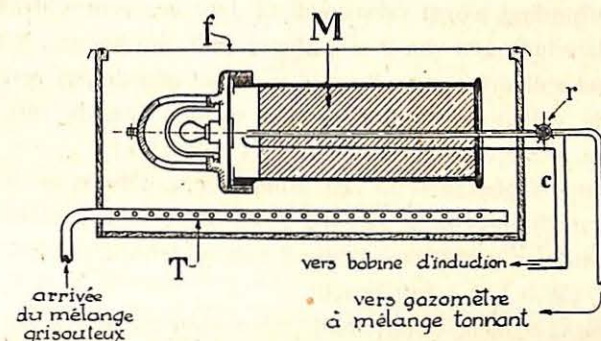


Fig. 14.

In deze ruimte werd het knalgas ingelaten door een stalen buis (t). Het werd tot ontvlaming gebracht door een elektrische vonk te laten springen tussen een geïsoleerde geleider (c) en de buis (t), welke beide met een inductieklos met hoge spanning verbonden waren.

Zo gereed gemaakt werd de lamp in een houten kist geplaatst, waarin het ontvlambare mijngas- luchtmengsel door een buis T met gaatjes ingelaten werd.

Boven was de kist dichtgemaakt met een blad papier (f). Op het ogenblik van de proef werd de gazometer met knalgas door middel van het kraantje (r) van het toestel gescheiden. Zo hebben wij vier lampen van verschillend type onderzocht.

In de loop van onze proefnemingen hebben wij het deksel losser of vaster op de pot geschroefd, waardoor terzelfdertijd werden gewijzigd het volume van de ruimte met knalgas en het aantal windingen, waarover de warme gassen, voortkomend van de ontploffing in de pot, moesten gaan.

Hier volgen voor elke onderzochte lamp de proefnemingsvoorwaarden alsmede de belangrijkste bevindingen wat betreft de werking van de knalgasvlam op de omgevende mijngasatmosfeer.

*Lamp van de N.V. « Société belge d'applications électriques »  
te La Bouverie.*

(type 290 — toegelaten in 1929.)

De verbinding wordt verwezenlijkt door een schroefdraad met vierkante windingen van 2 mm diepte en 2 mm hoogte. Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, is het aan de pot verbonden door drie volledige windingen; het volume van de ruimte die boven de accumulator vrij blijft is 112 cm<sup>3</sup> (1).

De lamp is geplaatst in een atmosfeer van lucht en mijngas met een methaangehalte van 8,5 t. h., in de vrije ruimte boven de accumulator wordt een mengsel van waterstof (65,5 t. h.) en zuurstof (30,5 t. h.) ingebracht.

Het mijngasmengsel ontvlamt, zelfs wanneer het deksel volledig aangeschroefd is op de pot.

Het ontvlamt niet, wanneer de vrije ruimte in de lamp tot 57 cm<sup>3</sup> wordt herleid (door een cirkelvormige houten schijf boven op de accumulator te plaatsen).

Zelfs met de zo verminderde ruimte, ontvlamt het mijngasmengsel, wanneer het deksel een vierde van een toer is losgeschroefd. Dan is het volume van de ruimte 62 cm<sup>3</sup> en het aantal ingeschroefde windingen  $2\frac{3}{4}$ .

*Lamp van het type F.A.M.*

*van de « Compagnie auxiliaire des Mines ».*

De verbinding wordt verwezenlijkt door een schroefdraad met vierkante windingen van 1,8 mm diepte en 2 mm hoogte.

Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, steunt de basis er van op een cirkelvormig draagvlak van 1 mm breedte dat, als het ware, deel uitmaakt van de schroefdraad van de pot (zie

(1) We bepalen het aantal ingeschroefde windingen door het aantal toeren te tellen dat mij aan het deksel moeten geven om het met de pot te verbinden.

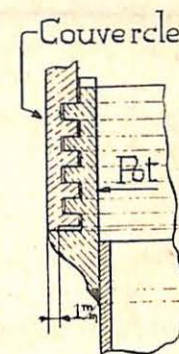


Fig. 15.

fig. 15). De ruimte boven de accumulator is alsdan 160 cm<sup>3</sup> en het aantal ingeschroefde windingen  $3\frac{1}{2}$ .

Wanneer het deksel een toer losgeschroefd wordt, wordt de ruimte met 27,2 cm<sup>3</sup> vergroot.

Hier volgen de uitslagen, welke met de verschillende knalgas-samenstellingen, werden bekomen (tabel XIII). Voor sommige proeven hebben wij de vrije ruimte, door houten schijven in de pot te plaatsen, verkleind hetzij met 62 cm<sup>3</sup>, hetzij met 31 cm<sup>3</sup>.

Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, wordt de omgevende atmosfeer niet ontstoken, alhoewel het ontvlammend knalgasvolume (160 cm<sup>3</sup>) groter is dan in de eerst beproefde lamp (Société belge d'Applications électriques).

Dit gunstig resultaat is te danken aan het groter aantal ingeschroefde windingen en vooral aan het plat draagvlak, waarop de onderste rand van het deksel draagt, wanneer dit volledig aangeschroefd is.

Hier dient aan toegevoegd dat de lamp van de « Compagnie Auxiliaire des Mines » betrekkelijk nieuw was; de lamp van de « Société Belge d'Applications électriques » was daarentegen reeds gedurende verscheidene maanden gebruikt geweest in onze galerijen van Bois de Colfontaine.

*Lamp van de « Société belge d'Application électriques »,  
te La Bouverie.*

(Bijzonder type met lange schroefdraad.)

De schroefdraad dezer lamp werd door de fabrikant op ons verzoek speciaal gemaakt. Wanneer het deksel volledig aange-

TABEL XIII.

Samenstelling van het knalgas in %	Methaan-gehalte van de omgevende atmosfeer	Verbinding van deksel op pot (aantal ingeschroefde windingen)	Volume van de vrije ruimte in de pot in cm <sup>3</sup>	Bevindingen: het mijngas-mengsel ontvlamt of niet
Waterstof 29,4	10	Volledige aanschroeving	160	niet
Zuurstof 68,8	10	5 1/2 windingen	163,4	ontvlamt
id	8,5	5 3/8 windingen	160	niet
Waterstof 65,4	8,5	Volledige aanschroeving	163,4	ontvlamt
Zuurstof 30,5	10,5	5 3/8 windingen	152,0	niet
id	10	1 1/2 windingen (schijf van 62 cm <sup>3</sup> )	152,0	ontvlamt
id	10	id	125	niet
id	8,0	2 1/2 windingen (schijf van 62 cm <sup>3</sup> )	156	niet
id	8,5	2 1/2 windingen (schijf van 51 cm <sup>3</sup> )	173,5	ontvlamt
Waterstof 45,0	8,25	5 windingen	129	niet
Zuurstof 54,8	8,25	Volledige aanschroeving		
id	8,25	5 1/2 windingen (schijf van 51 cm <sup>3</sup> )	152,4	ontvlamt
id	8,25	5 3/8 windingen (schijf van 51 cm <sup>3</sup> )	125	niet
id	8,25	2 1/2 windingen (schijf van 51 cm <sup>3</sup> )	152	ontvlamt
id	8,25	2 1/4 windingen (schijf van 62 cm <sup>3</sup> )		

schroefd is, is de verbinding met de pot verwezenlijkt door 5 1/8 windingen en is het volume van de vrije ruimte boven in de pot 90 cm<sup>3</sup>.

We bekomen de uitslagen aangeduid in tabel XIV.

De proeven met deze lamp gaven uitslagen, die goed overeenkomen met deze bekomen bij de voorgaande proefneming.

Zoals men ziet, werd de ontvlaming van het mijngas-mengsel voorkomen, zonder dat het deksel volledig op de pot was aangeschroefd. Hier dient aan toegevoegd, dat de lamp recht van de fabriek kwam en het spel in de schroefdraad tot een minimum was herleid.

#### Musy-lamp.

(Franse lamp in 1934 toegelaten.)

De verbinding wordt verwezenlijkt door een schroefdraad met vierkante windingen van 1,5 mm hoogte en 1,5 mm diepte. Wanneer het deksel volledig aangeschroefd is, grijpen er 2 3/4 windingen in elkander en is het volume van de vrije ruimte boven de accumulator 30 cm<sup>3</sup>.

Deze lamp liet ons toe de in tabel XV opgetekende vaststellingen te doen.

Alhoewel het knalgasvolume, dat hier tot ontploffing gebracht werd, veel kleiner was dan in de vorige proeven, zagen wij bij de Musy-lamp de ontploffing overslaan op de omgevende atmosfeer.

De oorzaak van dit in gebreke blijven moet volgens ons in de verbinding gezocht worden. De windingen van de schroefdraad zijn minder diep en minder breed dan in de vorige lampen.

Het blijkt uit de vaststellingen, die gedaan werden tijdens de hiervóór beschreven proefnemingen, dat het mogelijk is de dichtheid van een draagbare elektrische lamp tegen de ontploffing van knalgas te verzekeren hetzij door de lengte van de schroefdraad, waardoor het deksel met de pot verbonden wordt, te vermeerderen, hetzij door de vrije ruimte, waarin het knalgas zich kan verzamelen, zo veel mogelijk te verminderen.

Wat het aantal windingen betreft, waardoor het deksel aan de

TABEL XIV.

Samenstelling van het knalgas in %	Methaan-gehalte van de omgevende atmosfeer	Verbinding van de lampkop met de pot (aantal ineengeschroefde windingen)	Volume van de vrije ruimte in de pot in cm <sup>3</sup>	Uitslagen : het mijngas-mengsel ontvlamt of niet
Waterstof 65,4 Zuurstof 30,5	8,5	5 $\frac{1}{8}$ windingen	133,2	niet
id	8,5	2 $\frac{5}{8}$ windingen	144	ontvlamt
Waterstof 45,0 Zuurstof 54,8	8,5	5 $\frac{5}{8}$ windingen	122,4	niet
id	8,5	3 $\frac{1}{8}$ windingen	133,2	ontvlamt

TABEL XV.

Samenstelling van het knalgas in %	Methaan-gehalte van de omgevende atmosfeer	Verbinding van het deksel met de pot (aantal ingeschroefde windingen)	Volume van de vrije ruimte in de pot in cm <sup>3</sup>	Uitslagen : het mijngas-mengsel ontvlamt of niet
Waterstof 65,4 Zuurstof 30,5	8,5	Volledige aanschroefing 2 $\frac{3}{4}$ windingen	30	niet
id	8,5	1 $\frac{3}{4}$ windingen	35,2	niet
id	8,5	1 $\frac{1}{4}$ windingen	37,8	ontvlamt
Waterstof 45,0 Zuurstof 54,8	8,5	2 $\frac{1}{4}$ windingen	32,6	ontvlamt

pot gehecht wordt, komt het ons voor dat het bij het ministerieel besluit van 15 Mei 1919 voorgeschreven minimum (twee volledige windingen) onvoldoende is om een waterstofontploffing in de pot tegen te houden.

**b) Opzoekingen betreffende de ontsteking van mijn gas door accumulatorvonken (1934).**

Na vastgesteld te hebben dat een knalgasontploffing in een draagbare lamp naar buiten oversloeg en er een mijn gaslucht-mengsel ontstak, hebben wij ons afgevraagd of die ontploffing kon verwekt worden door vonken die ontstaan bij de normale werking van de lamp.

Voor de dichtheidsproeven hadden wij de ontploffing in de pot verwekt door hoogspanningsvonken. Deze ontsteken, zoals bekend is, alle brandbare gasmengsel, zelfs wanneer de ontwikkelde elektrische energie slechts enige millijoule bedraagt.

Het is heel anders, wanneer de spanning van de stroombron maar enige volt is en er noch self, noch capaciteit in de stroomketen is. Om dan een ontvlaming te bekomen is het nodig dat de stroomsterkte een minimum bereikt, dat afhangt van de aard van het gasmengsel, van de vorm en van de natuur der electroden alsmede van de spanning van de stroombron.

Dit nu is het geval bij de draagbare elektrische lampen. Indien men immers de rechtstreekse kortsluiting tussen de klemmen of tussen de delen van de stroomkring van het gloeilampje buiten beschouwing laat, blijven er als enige ontvlammingsoorzaken over de vonken, welke overspringen bij het aansteken en uitdoen van het lampje. Deze vonken worden verwekt in een stroomkring zonder self en zonder capaciteit die gevoed wordt door een stroombron van ten hoogste 4 Volt.

Om te kunnen oordelen over hun geschiktheid om knalgas-mengsels te ontsteken, hebben wij eerst een stroomonderbreker gebruikt bestaande uit twee latoenen plaatjes waarvan het een om een as kon draaien en het andere vast zat; bij elke toer sloeg het eerste tegen het tweede zodat twintig keren per

seconde de stroomkring, gevormd door een accumulatorenbatterij, een ampèremeter en een regelbare weerstand, gesloten en onderbroken werd.

De stroomonderbreker zat in een metalen doos, welke vooraf met een knalgasmengsel, dat in een gazometer op het laboratorium bereid werd, werd gevuld.

Wij hebben er voor gezorgd dat de samenstelling van dit mengsel, de stroomsterkte en de spanning van de stroombron, die uit een loden-accumulatorenbatterij bestond, veranderden.

Onze waarnemingen vertoonden betrekkelijk veel onregelmatigheden. Voor eenzelfde stroomsterkte ontplofte het gasmengsel nu eens bij de eerste, dan bij de tweehonderdste stroomonderbreking. Eenzelfde mengsel ontplofte soms bij een zwakkere stroom dan die, waarbij het in vorige proeven niet ontvlamd was.

Deze onregelmatigheden waren waarschijnlijk te wijten aan de oxydering van de contactpunten van de plaatjes van de stroomonderbreker.

TABEL XVI.

Waterstof- gehalte in %	Zuurstof- gehalte in %	Spanning bij open stroomkring in volt	Minimum stroom- sterkte waarbij ontvlaming bekomen werd in ampère
68,93	31,07	6	1,8
id	id	4	2,4
66,66	33,33	12	0,4
id	id	6	0,7
id	id	4	2,1
65,54	34,24	12	0,5
id	id	6	1,1
65,36	33,19	6	1,28
51,00	47,61	6	1,52
50,18	40,96	6	1,60
44,74	55,26	6	3,10
39,82	58,78	6	1,41
38,98	57,61	12	0,50
id	id	6	1,80
29,33	70,67	6	0,80
id	id	4	1,85



In het totaal hebben wij 180 proeven genomen. In tabel XVI geven wij de minimum stroomsterkte waarbij de ontvlaming van het knalgasmengsel bekomen werd.

De ontvlaming was dus mogelijk :  
voor een stroomsterkte van 0,4 ampère bij een spanning van 12 v,  
voor een stroomsterkte van 0,5 ampère bij een spanning van 6 v,  
voor een stroomsterkte voor 1,6 ampère bij een spanning van 4 v.

De hiervoor beschreven proeven beantwoordden echter niet volkomen aan de werkelijkheid. In een stroomonderbreker met elastische plaatjes, verwijderden deze zich zeer snel van elkander bij de stroomonderbreking en zo verwekken ze een vonk, die uitgerokken wordt in volle ontvlambaar gasmengsel. In een draagbare elektrische lamp daarentegen scheiden de contactstukken zich betrekkelijk langzaam en de vonk ontstaat en wordt uitgerokken tegen een eboniet plaat, wat de afkoeling van het gas bevordert (1).

We hebben ons onderzoek verder doorgedreven gebruikmakend van een als volgt gewijzigde mijnlamp.

De normale accumulator was vervangen door een blok hout met twee klemmen, die met een batterij (12 volt) van 6 loden elementen verbonden waren.

Het lampje was door een kleine metalen weerstand vervangen. Door middel van een ampèremeter en een veranderlijke weerstand was het mogelijk de stroomsterkte te regelen.

Door het deksel op de pot te draaien, werd de stroomkring naar believen gesloten of onderbroken. Wij hebben 34 proeven genomen met telkens 10 tot 20 stroomonderbrekingen en sluitingen.

Deze proeven lieten ons toe de volgende tabel (tabel XVII) op te maken van de minimum stroomsterkten, waarbij de ontvlaming van het gasmengsel verwekt werd.

De stroomsterkten, die in deze tabel voorkomen, zijn veel groter dan het gewoon verbruik onzer draagbare lampen. Ze zijn

(1) In de in België gebruikte lampen drukken de klemmen van de accumulator tegen metalen sectoren, die in een ebonietplaat, welke de bovenkant van het deksel vormt, verzonken zitten. Deze schikking laat toe het gloeilampje naar believen te ontsteken of uit te doen, door het deksel eenvoudig te draaien.

echter van dezelfde orde van grootheid als de kortsluitingsstromen der batterijen.

TABEL XVII.

Waterstof- gehalte in %	Zuurstof- gehalte in %	Minimum stroomsterkte, waarbij de ontploffing verwekt wordt, in ampère
66,66	32,45	22
64,00	33,9	34
42,66	53,54	28

Uit onze proefnemingen bleek dus, dat de onderbrekingsvonk, welke verwekt wordt bij het inschakelen en uitschakelen van het gloeilampje, het door de electrolyt ontwikkelde gasmengsel niet kon ontsteken.

Dit gunstig besluit leidde er ons toe een wijziging voor te stellen van het ministerieel besluit van 15 Mei 1919 betreffende de verlichting van mijn-gashoudende mijnen door middel van draagbare elektrische lampen.

Artikel 3 van dat besluit beperkte immers tot 1 ampère en 2,6 volt de elektrische karakteristieken van de lampen, waarin de stroom onderbroken en gesloten wordt door het deksel te draaien; het bepaalde dat bij overschrijding van een dezer grenswaarden de schakelaar in een voor de gassen der batterij ontoegankelijke ruimte moest ingebouwd zijn.

Onze proefnemingen lieten toe dit beperkend voorschrift minder streng te maken. De grenswaarden werden van 1 ampère en 2,6 volt bij ministerieel besluit van 5 April 1934 gebracht op 2 ampère en 4,5 volt.

De incidenten, waarop wij gewezen hebben in het begin van dit hoofdstuk, stelden opnieuw het vraagstuk dat ons in 1934 had beziggehouden.

Tijdens het jaar 1946 hebben wij onze bijzondere aandacht gewijd op de gasontwikkeling in de accumulators na de lading.

Deze studie doet terugdenken aan de opzoekingen die wij eertijds deden betreffende de gasontwikkeling door de batterijen, eerst voor deze gebruikt voor het vervoer (zie Verslag over de werkzaamheden in 1931, *Annales des Mines de Belgique* — Boekdeel XXXIII, jaargang 1932, blz. 154 en volg.), daarna voor die gebruikt in lampen (zie Verslag over de werkzaamheden in 1939. — *Annales des Mines de Belgique*, boekdeel XLI, jaargang 1940, blz 30 en volg.).

In 1931 hadden wij vastgesteld dat de ijzer-nikkel-accumulators tijdens de lading veel waterstof en zuurstof ontwikkelden en zulks in geschikte verhoudingen om een ontplofbaar mengsel te vormen.

De gasontwikkeling duurde insgelijks voort, doch in mindere mate tijdens de rust tussen de lading en de ontlading. Deze laatste ontwikkelde geen gas, maar slurpte een deel van het gevormde knalgas terug op.

Enige minder ver doorgedreven proefnemingen met grote loden accumulators leidden tot dezelfde vaststellingen.

In 1939 eindelijk hebben wij een loden accumulator voor een draagbare lamp onderzocht. Tijdens de lading werd er een mengsel van waterstof en zuurstof ontwikkeld met een overmaat van dit tweede gas, waarvan de hoeveelheid soms gelijk was aan 17 maal die van het eerste.

Tijdens de rust tussen de lading en de ontlading ontwikkelde de accumulator soms gas om er vervolgens op te slurpen, ofwel slurpte hij er enkel op.

Bij de ontlading werd er ofwel gas opgeslorpt, ofwel ontwikkeld. In het tweede geval werd er nooit meer dan 13,4 cm<sup>3</sup> gevormd.

Maar de hoofdbekommernis bij onze proefnemingen was de samenstelling van het ontwikkelde gas alsmede de hoeveelheid. Om ons doel te bereiken hadden wij er voor gezorgd in een gesloten ruimte te werken, m.a.w. in voorwaarden waarin de diffusie van de waterstof geen rol kon spelen.

Het onderzoek, dat wij in 1946 deden, werd gedaan in open lucht met normaal gemonteerde draagbare lampen.

### c) Studie van de gasontwikkeling in alkalische lampen, na de lading (1946).

Wij hebben achtereenvolgens de gasontwikkeling onderzocht eerst tijdens de rust tussen de lading en de ontlading, daarna gedurende de ontlading.

#### 1. — Gasontwikkeling tijdens de rust.

Wij hebben getracht de incidenten te verwekken, welke zich in 1946 in de lampenkamers van het bekken van Charleroi hadden voorgedaan.

Zoals wij reeds weten, deed de ontploffing zich voor zeven uren na het einde van de lading (drie uren nadat het deksel op de pot bevestigd werd). Tijdens de vier uren die het sluiten van de lamp voorafgingen, konden de ontwikkelde gassen gemakkelijk ontsnappen, tenzij zulks verhinderd werd door een slechte werking van de ontsappingskleppen.

Bij deze gelegenheid, is het goed te herinneren dat de accumulator niet vrij met de omgeving in verbinding staat. In de bovenwand van elk element is er een opening, die gesloten is met een stop die de ontspanning van het gas toelaat zonder electrolytverlies.

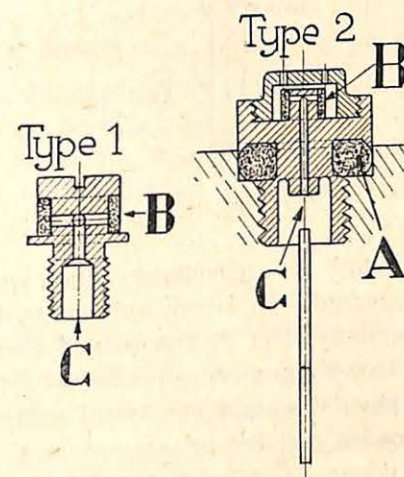


Fig. 16.

Figuur 16 stelt twee verschillende typen van stoppen voor. In beide is er een kanaal C, dat zich in twee verdeelt; de bovenste openingen zijn verborgen door een elastische ring in gummi B, die als ontsnappingsventiel dienst doet. De ring A verzekert de afdichting. Wanneer de spanning van het gas in de accumulator vergroot, geeft de ring B toe en laat hij gas ontsnappen.

Deze stoppen, laten wij het onthouden, worden maar weggenomen om electrolyt in de accumulator te doen of om de ventiel na te zien of te vervangen.

Om de samenstelling te bepalen van het tijdens de rust gevormde mengsel, hebben wij als volgt gehandeld.

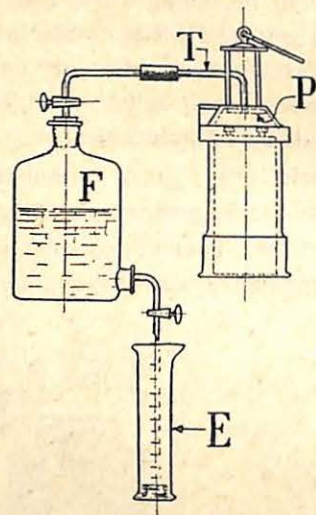


Fig. 17.

Na de lading blijft de accumulator, altijd voorzien van de twee stoppen, gedurende een zekere tijd zonder deksel. Daarna wordt de lamp gesloten door de kop (of het deksel) op de pot te schroeven. In de kop zijn gloeilampje en toebehoren vervangen door een stalen plaat P waarop een buis T vastzit. Deze wordt vervolgens verbonden met het opvangingsvat F dat gevuld is met water (zie schets fig. 17).

De lamp blijft dus gesloten tot op het ogenblik dat het ont-

wikkelde gas uit de accumulator wordt gezogen door water uit het opnemingsvat te laten vloeien.

Het volume meegezogen lucht is gelijk aan de hoeveelheid water (500 of 1.000 cm<sup>3</sup>) die in het maatglas E wordt opgevangen.

Het in het vat F opgevangen mengsel lucht-knalgas wordt vervolgens volgens de methode der lage temperaturen ontleed.

In de loop van onze proefnemingen hebben wij drie factoren laten veranderen, die zeker invloed uitoefenen op de vorming van het ontplofbaar mengsel: de ladingsduur, de tijd die verloopt tussen het einde van de lading en het sluiten van de lamp, de tijd die verloopt tussen het sluiten van de lamp en de gasopvangning.

Nadat het gas opgevangen werd, begon de ontlading van de batterij in het gloeilampje.

Hier volgen de met die verschillende lamptypen bekomen uitslagen.

*Lamp van het type 552 van de « Société de Loncin ».*  
(Lamp die tot de vroeger aangehaalde ontploffing aanleiding gaf.)

Accumulator 15 ampère-uren (versleten elementen). Normaal ladingsregime: 4 ampère gedurende 7 uren. Gloeilampje voor 2,6 volt en 1,35 ampère, De kop is op de pot vastgeschroefd met 3½ windingen. Vrije ruimte in de kop boven de accumulator: 94 cm<sup>3</sup>.

#### 1<sup>e</sup> Proef.

Lading gedurende 7 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft, na de lading, 20 minuten open.

Het gas wordt opgevangen 45 minuten na de sluiting.

Het gas in de lamp werd er uit gejaagd door de doorgang van 1.000 cm<sup>3</sup> lucht.

De ontleding van het mengsel gaf de volgende uitslagen :

waterstof . . . . .	0,187
zuurstof . . . . .	23,50
stikstof . . . . .	76,20
zure gassen . . . . .	0,12
	<hr/>
	100,007

Om te berekenen hoeveel waterstof er in de lamp was op het ogenblik der opvanging, volstaat het, het product te maken van het volume ontleed gasmengsel door het door de ontleding bepaald centesimaal waterstofgehalte, hetzij :

$$\frac{1.000 \times 0,187}{100} = 1,87 \text{ cm}^3$$

Wanneer wij de samenstelling van het mengsel nagaan, zien wij dat de verhouding tussen het zuurstof- en het stikstofgehalte (0,308) groter is dan voor de gewone lucht (0,264).

Buiten de waterstof ontwikkelt de accumulator ook zuurstof. Door berekening vinden wij de volgende samenstellingen voor de twee bestanddelen : knalgas en lucht.

Knalgas :	Waterstof . . . . .	1,87
	Zuurstof . . . . .	33,66
	Zure gassen . . . . .	1,20
Lucht :	Zuurstof . . . . .	201,33
	Stikstof . . . . .	762,00
		<hr/>
		1.000,07

Deze zuurstofontwikkeling moet ons niet bekommeren want zij vermindert het ontploffingsrisico. De vervanging van de stikstof door zuurstof in een mengsel van lucht en waterstof, brengt de onderste ontvlammingsgrens van 4,15 op 4,65 t. h. waterstof en deze ontvlammingsgrens, 4,15 t. h., geldend voor de opwaartse voortplanting der vlam, bepaalt het ontploffingsrisico.

Om te zien of het gas in de lamp ontvlambaar is, volstaat

het na te gaan of de hoeveelheid waterstof voldoende is om het gehalte 4,15 t. h. te bereiken.

Met andere woorden, er zal ontploffingsrisico in de lamp zijn indien het volume waterstof bepaald door de analyse groter is dan of gelijk is aan :

$$\frac{94 \times 4,15}{100} = 3,9 \text{ cm}^3$$

(94 cm<sup>3</sup> : vrije ruimte in de lamp wanneer het deksel volledig aangeschroefd is.)

In de eerste proef was het waterstofgehalte :

$$\frac{1,87}{94} = 0,02 \text{ of } 2 \%$$

45 minuten na de sluiting was het ontploffingsrisico dus nul.

#### 2<sup>e</sup> Proef.

Lading gedurende 7 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 1 uur en 30 min. open.

Opvanging 1 uur na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,75 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 6 uren 30 min. stroom te leveren aan het gloeilampje.

#### 3<sup>e</sup> Proef.

Lading gedurende 7 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 3 uren en 15 min. open.

Opvanging 3 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,18 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 8 uren stroom te leveren aan het gloeilampje.

#### 4<sup>e</sup> Proef.

Lading gedurende 9 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 3 uren open.

Opvanging 3 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,39 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 6 uren stroom te leveren aan het gloeilampje.

5° *Proef.*

Lading gedurende 9 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 3 uren open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,18 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging wordt de accumulator ontladen door 8 uren stroom te leveren aan het gloeilampje.

6° *Proef.*

Lading gedurende 9 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 2 uren open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,14 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging wordt de accumulator ontladen ; hij levert stroom aan het gloeilampje gedurende 8 uren.

7° *Proef.*

Lading gedurende 12 uren met een stroom van 4 ampère.

De lamp blijft 3 uren open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,92 cm<sup>3</sup>.

In al deze proeven was de hoeveelheid waterstof in de kop van de lamp kleiner dan 3,9 cm<sup>3</sup>, nodig minimum om de onderste ontvlammingsgrens te bereiken (4,15 t. h.).

Men merke op dat de tijd, dat de lamp na de lading open bleef, altijd korter was dan in de kolenmijn waar de incidenten zich voordeden (4 uren) ; welnu de verkorting van deze tijd beïnvloedt gunstig de vorming van een ontplofbaar mengsel boven in de accumulator.

*Lamp van de « Compagnie d'Arras ».*

(Aangeboden door de « Société de Loncin ».)

Accumulator S.A.F.T. van 15 ampère-uur.

Normaal ladingsregime : 4 ampère gedurende 5 uren.

Gloeilampje van 2,6 volt en 1,4 ampère.

Verbinding van de kop met de pot door 4½ windingen.

Vrije ruimte in de kop boven de accumulator : 76 cm<sup>3</sup>.

1° *Proef.*

Lading gedurende 7 uren en 50 minuten met 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 2 uren en 20 minuten open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp 2,61 cm<sup>3</sup>.

Na opvanging, brandt de lamp gedurende 8 uren.

2° *Proef.*

Lading gedurende 5 uren met 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 3 uren en 30 minuten open.

Opvanging 1 uur en 50 minuten na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 1 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging brandt de lamp gedurende 8 uren.

3° *Proef.*

Lading gedurende 6 uren met 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 2 uren en 20 minuten open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolumen in de lamp : 1,77 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging brandt de lamp gedurende 8 uren.

4° *Proef.*

Lading gedurende 5 uren met 4 ampère.

De lamp blijft 2 uren en 30 minuten open.

Opvanging 3 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp 0,88 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging brandt de lamp gedurende 8 uren.

De vrije ruimte in de lamp was 76 cm<sup>3</sup> groot. De ontploffing van het mengsel boven in de accumulator is mogelijk zodra

$$76 \times 4,15$$

het waterstofvolumen ————— = 3,15 cm<sup>3</sup> bereikt.

$$100$$

In geen enkel der vier proeven werd deze hoeveelheid bekomen.

In de proeven 1 en 3 was het waterstofvolume betrekkelijk groot (2,16 en 1,77 cm<sup>3</sup>), wat te wijten was aan het versterkt ladingsregime (31 en 24 ampère-uur terwijl de fabrikant 20 ampère-uur aanduidt).

*Handlamp van de « Société belge d'Applications électriques ».*

Accumulator N.I.F.F. van 15 ampère-uur.

Normaal ladingsregime : 3,75 ampère gedurende 6 uren of 2,5 ampère gedurende 9 uren.

Gloeilampje van 2,6 volt en 1,25 ampère.

De kop is met de pot verbonden door 2½ windingen.

Vrije ruimte in de kop boven de accumulator : 110 cm<sup>3</sup>.

*1° Proef.*

Lading gedurende 8 uren en 20 minuten met 3,75 ampère.

De lamp blijft open gedurende 2 uren.

Opvanging 1 uur en 15 minuten na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,78 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging brandt de lamp gedurende 6 uren.

*2° Proef.*

Lading gedurende 8 uren en 15 minuten met 3 ampère.

De lamp blijft gedurende 2 uren en 45 min. open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Volume waterstof in de lamp : 0,96 cm<sup>3</sup>.

Na de opvanging brandt de lamp gedurende 6 uren.

*3° Proef.*

Lading gedurende 5 uren en 30 minuten met 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 1 uur en 50 minuten open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume in de lamp : 0,45 cm<sup>3</sup>.

De accumulator wordt niet ontladen.

*4° Proef.*

Lading gedurende 7 uren en 15 minuten met 3,5 ampère.

De lamp blijft 2 uren en 15 minuten open.

Opvanging 2 uren na de sluiting.

Waterstofvolume : 4,39 cm<sup>3</sup>.

De lamp brandt gedurende 8 uren.

Om een ontvlambaar mengsel in de lamp te hebben moet er

$$110 \times 4,15$$

— = 4,56 cm<sup>3</sup> waterstof in de lamp voorhanden zijn.

100

In de drie eerste proeven benaderde het ladingsregime het door de fabrikant opgegevene, namelijk 22,5 ampère-uur.

In de vierde duurde de lading 7 uren en 15 minuten bij een stroomsterkte van 3,50 ampère ; dit geeft 25,4 ampère-uur, wat iets meer is dan de normale waarde.

In deze proef werd dus alleszins een hoeveelheid waterstof (4,39 cm<sup>3</sup>) ontwikkeld waardoor de ontplofbaarheids grens bijna werd bereikt. Dit vond ongetwijfeld zijn oorzaak in het feit dat de accumulator niet ontladen werd na de derde proef en dat hij dus een dubbele, dus overdreven lading, onderging.

Dezelfde lamp werd vervolgens aan drie andere proeven onderworpen, waarvoor het gas niet ontleed werd. We hebben alleen nagegaan of de vonk van een inductieklos met hoge spanning de ontploffing in de lamp verwekte. Deze was hiervoor, zoals de schets (fig. 18) aantoont, voorzien van een ontstekingsbougie.

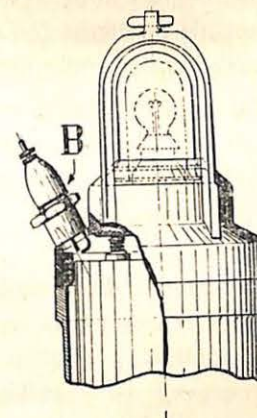


Fig. 18.

Onmiddellijk na de lading werd de kop op de pot bevestigd ; vervolgens liet men van tijd tot tijd een reeks vonken springen.

Hier volgen de voorwaarden, waarin de proeven geschieden :

1° *proef* : lading met 3 ampère gedurende 8 uren ; geen ontploffing 15 en 30 minuten na de sluiting der lamp.

2° *proef* : lading met 3 ampère gedurende 8 uren ; geen ontploffing 30 minuten na de sluiting der lamp.

3° *proef* : lading met 3 ampère gedurende 8 uren en 40 minuten ; geen ontploffing 15, 30 en 60 minuten na de sluiting.

Alleen in de tweede proef werd de ontvlaming bekomen ; men merke echter op dat wij al het mogelijke gedaan hebben om ze te verwekken.

In 't kort, het is weinig waarschijnlijk dat er in de lamp een ontplofbaar mengsel voorhanden is op het ogenblik dat zij in gebruik genomen wordt, indien de lading geschiedt volgens de aanduidingen van de fabrikant en indien de accumulator bloot blijft twee tot drie uren na het einde van de lading.

Dit besluit zou toelaten nu reeds de oplossing aan te duiden van het vraagstuk dat ons bezighoudt : het zou volstaan lampen te maken die eens ontstoken niet meer kunnen uitgedraaid worden. De ontsteking bij het begin van de dienst zou geen ontploffing verwekken en gedurende de dienst zou er zich geen kunnen voordoen, daar de stroomkring bestendig gesloten blijft.

Wij denken echter dat dergelijke lamp niet welkom zou zijn bij de mijnwerkers ; deze verkiezen immers in sommige omstandigheden zelf naar believen de te hunner beschikking gestelde lichtenergie te sparen of te gebruiken.

#### d) Gasontwikkeling gedurende de ontlading.

Om na te gaan of er zich een ontplofbaar gasmengsel vormde in de lamp gedurende de ontlading, hebben wij niet meer zoals hiervoor het gas opgevangen en scheikundig ontleed ; wij hebben er genoeg mee genomen binnen in de kop vonken van een inductieklos met hoge spanning te laten springen.

Nadat hij geladen was liet men de accumulator gedurende een zekere tijd rusten om hem daarna te ontladen. Gedurende de rust was de lampkop normaal op de pot bevestigd of was hij weggenomen.

Gedurende de ontlading, met de kop op de pot geschroefd, lieten wij gemiddeld eens per uur, een reeks vonken springen. We hebben de proef genomen met twee reeds vroeger vernoemde lampen, deze van de « Compagnie d'Arras » en die van de « Société Belge d'Applications électriques ».

#### 1. — Lamp van de « Compagnie d'Arras ».

Het gloeilampje en het glas zijn weggenomen.

De ebonietschijf, die normaal de huls draagt waarin het gloeilampje geplaatst wordt, is vervangen door een dito schijf, waardoor drie elektroden steken. Twee dezer dienen als contacten hetzij voor de lading, hetzij voor de ontlading en de derde als ontstekingsbougie.

Na de lading werd de kop gedurende een tijdje van de pot weggenomen en daarna er terug opgeplaatst voor de ontlading.

De ontlading geschiedde door het normaal gloeilampje (2,6 volt 1,4 ampère), dat door twee draden verbonden was aan de er voor bestemde elektroden.

#### 1° *Proef*.

Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.

De lamp blijft drie uren open staan.

Ontlading in het gloeilampje (1,4 ampère) gedurende 9 uren en 20 minuten.

Geen ontploffing gedurende de ontlading.

#### 2° *Proef*.

Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.

De lamp blijft 2 uren open staan.

Ontlading in het gloeilampje (1,4 ampère) gedurende 10 u.

Geen ontploffing gedurende de ontlading.

#### 3° *Proef*.

Lading gedurende 8 uren en 45 minuten met 3 ampère.

De lamp blijft 1 uur 30 minuten open staan.

Ontlading in het gloeilampje, 1,4 ampère, gedurende 12 uren.

Op het einde van de ontlading geeft het lampje geen licht meer.

Geen ontploffing gedurende de ontlading.

Geen dezer proeven gaf aanleiding tot de ontploffing alhoewel de lading meer dan voldoende geweest was (ten minste 24 ampère-uur).

2. — *Lamp van de « Société belge d'Applications électriques ».*

De ontvlambaarheid van het mengsel werd beproefd door middel van een bougie, die bezijden in het deksel was gestoken.

Elf proefnemingen werden met deze lamp gedaan.

Voor de 4 eerste proeven was de lampenkop voorzien van het gloeilampje en van het beschermingsglas zoals voor de normale dienst. Voor de volgende 7 proeven was de kop, zonder glas noch gloeilampje, gesloten met een eboniet schijf met twee elektroden. Deze schikking maakte het mogelijk de lamp gedurende de lading, de rust en de ontlading gesloten te houden ofwel ze open te zetten gedurende de rust.

In elke proef werd de accumulator ontladen in een gloeilampje voor 1,75 ampère, dus met een groter verbruik dan dat voorzien door de fabrikant (1,25 ampère) ; wij dachten dat deze ontlading met sterkere stroom de vorming van een ontplofbaar mengsel slechts gunstig kon beïnvloeden.

*Proef 1.*

Lading gedurende 6 uren en 15 minuten met 4 ampère.

De lamp blijft gedurende 15 uren en 30 min. open staan.

Ontlading in het gloeilampje voor 1,75 ampère gedurende 6 uren en 45 minuten.

*Proef 2.*

Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.

De lamp blijft gedurende 2 uren en 15 minuten open staan.

Ontlading in het gloeilampje gedurende 8 uren en 20 minuten.

Geen ontploffing tijdens de ontlading.

*Proef 3.*

Lading gedurende 8 uren met 3 ampère.

De lamp blijft gedurende 2 uren en 20 minuten open staan.

Ontlading in het gloeilampje gedurende 7 uren.

Geen ontploffing gedurende de ontlading.

*Proef 4.*

Lading gedurende 8 uren en 40 minuten met 3 ampère.

De lamp blijft gedurende 1 uur en 30 minuten open staan.

Ontlading gedurende 6 uur.

4 uur na het begin van de ontlading verwekt de vonk een ontploffing in de lamp en slaat een gele vlam doorheen de schroefdraad.

Op het ogenblik der ontploffing geeft het gloeilampje zeer weinig licht.

*Proef 5.*

Lading gedurende 9 uren met 3 ampère.

Daarna blijft de lamp 2 uren gesloten staan.

Ontlading gedurende 9 uren.

Op het einde van de ontlading geeft de lamp geen licht meer.

Geen ontploffing tijdens de ontlading.

*Proef 6.*

Lading gedurende 7 uren met 4 ampère.

Daarna blijft de lamp 18 uren gesloten staan.

Ontlading gedurende 7 uren.

Op het einde van de ontlading geeft het gloeilampje geen licht meer ; op dat ogenblik verwekt de vonk een lichte ontploffing in de lamp ; de vlam slaat niet doorheen de schroefdraad.

*Proef 7.*

Lading gedurende 10 uren met 2 ampère.

Daarna blijft de lamp gedurende 5 uren open.

Ontlading gedurende 9 uren met 1,75 ampère.

Op het einde van ontlading geeft het gloeilampje weinig licht.

Geen ontploffing tijdens de ontlading.



*Proef 8.*

Lading gedurende 10 uren met 2 ampère.  
 Daarna blijft de lamp gedurende 15 uren gesloten staan.  
 Ontlading gedurende 7 uren.  
 Geen ontploffing tijdens de ontlading.

*Proef 9.*

Lading gedurende 8 uren en 30 minuten met 4 ampère.  
 Daarna blijft de lamp gedurende 4 uren open staan.  
 Ontlading gedurende 10 uren en 30 minuten.  
 Op het einde van de ontlading is het gloeilampje uit.  
 Geen ontploffing tijdens de ontlading.

*Proef 10.*

Lading gedurende 21 uren met 3 ampère.  
 Daarna blijft de lamp gedurende 3 uren open staan.  
 Ontlading gedurende 8 uren en 30 minuten.  
 Geen ontploffing gedurende de ontlading.

*Proef 11.*

Lading gedurende 19 uren met 2 ampère.  
 Daarna blijft de lamp gedurende 2 uren open staan.  
 Ontlading gedurende 12 uren.  
 Geen ontploffing tijdens de ontlading.  
 Na de ontlading blijft de lamp gesloten.  
 Er kan een ontploffing in verwekt worden 21 uren en 30 min.  
 en 31 uren na het einde van de ontlading. Telkens is het slechts  
 een lichte ontploffing zonder dat de vlam doorheen de schroef-  
 draad naar buiten slaat.

Drie proeven lieten dus toe de vorming van een ontplofbaar  
 mengsel aan te tonen.

Telkens wanneer er een ontploffing kon verwekt worden, gaf  
 het gloeilampje zeer weinig of zelfs geen licht. De ontlading  
 van de accumulator, welke ten andere niet aangepast was bij het  
 verbruik van het gloeilampje, geschiedde in abnormale voor-  
 waarden.

Het is echter niet bewezen dat de mogelijkheid van de vor-  
 ming van een ontvlambaar mengsel in de draagbare elektrische

lampen tijdens de ontlading van de accumulator moet worden  
 uitgesloten.

Maar wat insgelijks van belang is, is te weten of de vonk,  
 welke verwekt wordt bij het aan- en uitschakelen van het  
 gloeilampje door draaiing van het deksel, het ontplofbaar meng-  
 sel kan ontsteken. Welnu, tot op heden konden wij die ont-  
 steking niet verwekken.

Onze opzoekingen zijn niet geëindigd. We zullen ze in 1947  
 voortzetten, want wij zijn van oordeel dat, gezien de steeds  
 ruimere uitbreiding van het gebruik van draagbare elektrische  
 lampen, ze van zeer veel belang zijn voor de veiligheid in onze  
 mijnen.

De mogelijkheid is niet uitgesloten, dat zij zullen aanleiding  
 geven tot een wijziging van onze reglementsvoorschriften betref-  
 fende de constructie van draagbare lampen.

Tegen de eventualiteit van een ontploffing in de lamp kan  
 men zich beveiligen, hetzij door de verbinding van de kop met  
 de pot dicht te maken ten opzichte van een waterstofvlam, hetzij  
 door langs geschikte luchtgaten de bestendige ontwijking van  
 het ontplofbaar mengsel te verzekeren.

De eerste oplossing zou leiden tot een zware en te dure  
 constructie, terwijl de tweede aan dit euvel ontsnapt. Zo zou  
 men komen tot een type gelijkend aan de Oldhamlamp, die  
 vroeger reeds beschreven werd en waarvan de batterij steeds in  
 gemeenschap staat met de atmosfeer, wat ten andere voor-  
 geschreven wordt door het Frans reglement voor de hoedlampen.

Wij voegen hieraan toe dat het groot diffusievermogen van  
 waterstof de bestendige verdunning van het knalgas bevordert ;  
 waarschijnlijk komt het daar door dat de ontploffingen in de  
 lampen zich betrekkelijk zelden voordoen.

## VI. OPZOEKINGEN BETREFFENDE HET MIJNGASVEILIG ELECTRISCH MATERIEEL Fluorescentieverlichting.

Op verzoek van de N.V. Philips, hebben wij de mogelijkheid  
 onderzocht deze wijze van verlichting, welke tegenwoordig op  
 grote schaal in de handels- en nijverheidsinrichtingen wordt  
 aangewend, te gebruiken.

Herinneren wij in 't kort het principe.

Bij lage drukking ontwikkelt de elektrische ontlading in een met kwikdamp gevulde buis een straling, die rijk is aan ultraviolette stralen. Wanneer deze straling door geschikte stoffen dringt (wolframaten, silicaten, boraten van calcium, zink, glucinium of cadmium), die tegen de binnenwand van de buis bevestigd zijn, ontwikkelt ze, door opwekking, zichtbare stralen welke alleen naar buiten doordringen.

Een oordeelkundige keus van de opgewekte stoffen laat de verwezenlijking toe van een lichtuitstraling volgens een bepaald spectrum.

De voordelen van dit verlichtingssysteem zijn : een gematigde schittering, waardoor de ogen minder vermoeien, een voordelig lichtrendement, een lange gebruiksduur van de lichtbuis, een grotere sterkte dan die der gloeilampen.

Wat voor ons van belang was, was te onderzoeken of, in geval de buis breekt, de kwikdamp een mijngasatmosfeer kan ontsteken of niet.

Reeds in 1941 hadden wij een Philorabuis T-L 100 onderzocht ; we hadden er echter ongunstige uitslagen mede bekomen (1).

In 1946 heeft de N.V. « Philips » ons twee andere typen van buizen aangeboden, de ene van 500 mm lengte, de andere van 270 mm. Wij hebben ze in mijngas gebroken zonder de ontvlaming er van te verwekken.

De buis van 370 mm, welke, om reden van haar kortere lengte en van haar eenvoudigheid zonder bijzondere moeilijkheid voor de ondergrondse verlichting zou kunnen gebruikt worden, werkt volgens de aanduidingen van schets figuur 19.

De kwikdampbuis  $T_u$  is door de twee kathoden C verbonden met de klemmen van een autotransformator  $T_r$ , waarop een wisselspanning van 125 volt wordt toegepast. In parallel met de buis is een bi-metaalplaatje B geschakeld, dat in een peertje met neon geplaatst is nabij een gloeidraadje F, waardoor gans de

(1) Zie Jaarverslag over de werkzaamheden in 1941, Annalen der Mijnen van België, boekdeel XLIII, 1942, bladzijden 74 en volgende.

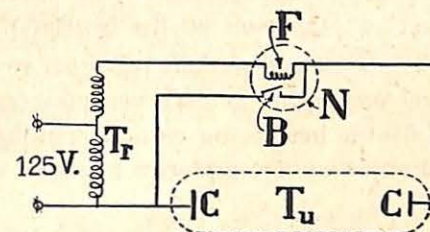


Fig. 19.

stroom die door de autotransformator geleverd wordt gaat. Het plaatje sluit de kring wanneer het peertje met neon koud is.

Wanneer de autotransformator onder spanning gebracht wordt, verwarmt de stroom die door het gloeidraadje gaat het gas in het peertje, waardoor het bimetaalplaatje de stroomkring onderbreekt. De onderbreking van deze shunt van de kwikdampbuis verwekt door zelfinductie een verhoogde spanning. Deze leidt tussen de kathoden de ontlading in, welke zich handhaaft in de kwikdamp, bron der ultraviolette stralen.

In dienst blijft het bimetaalplaatje in de open stand ter oorzaak van de verwarming door het gloeidraadje ; wordt de kwikdampbuis gebroken dan verdwijnt de stroom in het gloeidraadje en sluit het plaatje de stroomketen.

In alle omstandigheden blijven de kathoden koud. Er wordt om deze reden geen ontvlaming verwekt, wanneer de kwikdampbuis in een mijngasatmosfeer gebroken wordt.

De buis, welke wij in 1941 onderzochten, had integendeel warme kathoden, bestaande uit gloeidraadjes die, door de werking van het neonrelais een versterkte stroom ontvingen zodra de buis brak. Een minuut later was de temperatuur van de kathode voldoende om de mijngasontploffing te verwekken.

De in 1946 onderzochte buizen zijn dus, wat de veiligheid betreft, beter dan de gloeidraadlampen waarvan het breken in een mijngasatmosfeer altijd gevaar biedt.

## VII. DE STRIJD TEGEN HET STOF

(Van het standpunt uit der hygiene.)

Het beste middel om de mijnwerkers tegen het stof te beschermen bestaat zeker niet in het gebruik van maskers. Veel doelmatiger immers zijn de besproeiing en de inspuiting in de laag, waarbij de stofdeeltjes worden getroffen nog vóór dat zij opgejaagd worden.

Dit neemt niet weg dat er nochtans gevallen zijn, waarin de enige aanwendbare bescherming bestaat in het onttrekken van de ademhalingsorganen aan het fijn stof, hetzij door de ingeademde lucht te filtreren, hetzij door de schadelijke lucht door verse zonder stof te verdringen; de maskers met een filter en deze met geblazen lucht beantwoorden aan dit doel.

In de loop van het jaar 1946 heeft het Nationaal Mijninstituut vier maskers van de eerste soort en een van de tweede onderzocht.

Deze studie maakt het voorwerp uit van een mededeling van de Heer Eerstaanwezende Ingenieur Brison, welke als bijlage bij dit verslag gepubliceerd wordt (Bijlage I).

## VIII. DIVERS EN ELECTRISCH TUIG IN 1946 ONDERZocht

Behalve de reeds vroeger vermelde toestellen, hebben wij in 1946, onderzocht :

a) 10 elektrische toestellen te weten : 2 motoren, 1 transformator, 2 bedieningskoffertjes, 1 telefoon, 1 ratelschel, 1 verlichtingsdynamo voor Diesellocomotief en 1 pneumoëlectrische lamp ;

b) twee typen van soepele persluchtlanglen welke de electrostatische ladingen naar de aarde afleiden, wat mogelijk gemaakt wordt door geleidende stoffen in de rubber te verwerken ;

c) een koppeling voor persluchtleidingen met grote doorsnede, voor doel hebbend het losschieten van buizen met groot debiet tegen te werken daar zulks reeds zware persoonsongevallen veroorzaakte ;

d) een turboventilator ;

e) een Diesellocomotief.

Bijlage IV geeft de lijst van de verschillende toestellen en tuigen, welke in 1946 door het Mijnwezen, op voorstel van het Nationaal Mijninstituut, voor het gebruik in de kolenmijnen werden toegelaten.

## IX. WERKZAAMHEDEN VAN HET SCHEIKUNDIG LABORATORIUM VAN DE DIENST VOOR MIJNVEILIGHEID

In de loop van het jaar 1946, deed het scheikundig laboratorium van de Dienst voor Mijnveiligheid de ontleding van :

- 8 monsters van springstoffen ;
- 4 monsters van grondstoffen voor veiligheidshulzen ;
- 5 monsters van lampolie ;
- 2 monsters van water, waarvan de ontleding gevraagd werd door de Aardkundige Dienst ;
- 32 monsters van steenkolen ;
- 83 monsters van geneutraliseerd kolenstof ;
- 3 monsters van het uitlaatgas van een Diesellocomotief ;
- 147 monsters van mijn gaslucht, welke genomen werden om een bijzondere opsporing te doen, op verzoek van dhr Hoppe, Hoofdingenieur-Directeur van het 1° Mijnnarrondissement ;
- 524 monsters van mijn gaslucht, welke genomen werden door de Rijksmijnningenieurs, in uitvoering van de circulaire n° 13B/5147 van 29-1-1939.

Hetzelfde laboratorium heeft ook nog een methode uitgewerkt om het vocht in de springstoffen te doseren.

Deze methode bestaat er in het vocht door de warmte te verdrijven uit een oplossing van springstof in kristalliseerbaar benzol met een kookpunt van 80 tot 82° C. In het condensaat scheidt het water zich af van het benzol door dichtheidsverschil ; volumetrisch wordt de hoeveelheid water bepaald.

Dit werk wordt behandeld in een bij dit verslag gevoegde mededeling (bijlage III) van de hand van dhr G. Nenquin, scheikundige verbonden aan het Instituut.

## X. LABORATORIUM VOOR WETENSCHAPPELIJKE NAVORSINGEN

Opzoekingen betreffende de verbranding van methaan.

Sedert 1938 komt de studie van de verbranding van methaan voor op het programma der wetenschappelijke navorsingen van het Nationaal Mijninstituut (1).

De grondige kennis van dit verschijnsel en van de factoren, die er het verloop van bepalen, is, inderdaad, van kapitaal belang voor de onderzoekers, die gelast zijn de maatregelen te bestuderen die de arbeidsveiligheid in de mijngashoudende mijnen moeten verzekeren.

In de loop van het jaar 1946 werd met het onderzoek van vier vragen begonnen. Daar sommige ervan niet konden worden opgeklaard, zullen ze in de loop der volgende jaren opnieuw bestudeerd worden.

Hier volgt een bondig overzicht van de huidige stand dezer opzoekingen.

### a) Studie van de lichtgevoeliggemaakte verbranding van methaan.

Herinneren wij dat het ketenmechanisme van de verbranding van methaan voorgesteld door dhr Van Tiggelen steunde op de tussenkomst van voortplantingscentra waarvan de voornaamste CH<sub>3</sub> en OH zouden zijn.

(1) Wat op dit gebied door het Instituut werd gedaan werd beschreven in mededelingen, die als bijlage gevoegd waren bij de in de Annalen der Mijnen van België gepubliceerde jaarverslagen.

We vermelden in chronologische orde :

1. Contribution à l'étude spectroscopique du mécanisme de la combustion de méthane, L. Coppens, A. M. B., Boekdeel XLII, jaargang 1940, blz. 177.

2. L'oxydation du méthane photosensibilisé par l'acétone, Ad. Van Tiggelen, A. M. B., Boekdeel, XLIII, jaargang 1942, bl. 117.

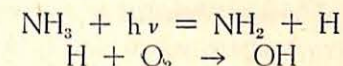
3. Mededeling over de interpretatie van het absorptiespectrum in het ultraviolet van een mengsel 2 CH<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> aan de langzame verbranding onderworpen, Ad. Tiggelen, A. M. B., Boekdeel XLV, jaargang 1944, bl. 41.

4. Lichtgevoeligmaking en doving der verbranding van methaan, Ad. Van Tiggelen, A. M. B., Boekdeel XLVI, jaargang 1945-1946, bl. 365.

In de loop der jaren 1940-1944 werd de proef geleverd dat de CH<sub>3</sub>-kern een actieven rol vervulde; er bleef na te gaan of zulks ook het geval was met de OH-kern.

De opheldering van dit punt stond op het programma voor 1946.

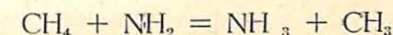
Door photochemische splitsing van ammoniak hebben wij de OH-radikalen bereid :



Door een mengsel van CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>, dat een weinig ammoniak inhoudt, te bestralen, hebben wij inderdaad de oxydatie van methaan waargenomen vanaf 300° C (1).

Deze vaststelling liet echter niet toe met zekerheid te besluiten dat de OH-radikaal in de reactie tussenkomt.

Men kan immers ook veronderstellen dat de CH<sub>3</sub>-radikaal als volgt gevormd wordt :



Wij hoopten deze onzekerheid te kunnen doen verdwijnen door de kinetische studie van de reactie, m.a.w. door de oxydatiesnelheid te bepalen in functie van de temperatuur en van de concentraties.

Daar echter de waargenomen snelheidsveranderingen ongeveer van dezelfde grootte zijn als de proefondervindelijke fouten, was het ons niet mogelijk juist uit te maken welke respectief de actie der radiklaen CH<sub>3</sub> en OH was.

Wij zijn nochtans van plan deze studie later te hervatten en daarbij andere photochemische sensibilisatoren aan te wenden zoals ceteen en diazomethaan.

### b) Studie der dovers.

Daarna hebben wij het vraagstuk der doving door methylbromide en -chloride aangevat. Reeds in de loop van 1943 werd er vastgesteld dat methyljodide de door aceton lichtgevoeligge-

(1) Laten wij er op wijzen dat, bij afwezigheid van een voortplantingscentrum, methaan slechts oxydeert van af ongeveer 380° C.

maakte verbranding van methaan tegenhield. Onze proefnemingen hebben aangetoond dat noch methylbromide, noch methylchloride de dovende werking van het homologe jodide bezaten.

Dit blijkt uit onze vaststellingen in de loop van de 19 verbrandingsproeven, die wij onder bestraling met ultraviolette stralen, deden, de ene zonder, de andere met een dover.

Hier volgen de uitslagen van drie dezer proeven.

In volkomen vergelijkbare voorwaarden, wat de temperatuur (288° C) en de concentratie van methaan en zuurstof betreft, hebben wij de verbranding waargenomen van :

- 0,38 cm<sup>3</sup> zonder dover ;
- 1,39 cm<sup>3</sup> met methylchloride en
- 4,37 cm<sup>3</sup> met methylbromide.

#### c) Studie van de trage verbanding door warmte.

Vervolgens hebben wij de trage verbranding door zuiver thermisch effect, m.a.w. zonder aanwending van een gevoelig-maker onderzocht.

Tengevolge van het gebrek aan herhaling, dat waarschijnlijk aan de wanden te wijten is, vergen de kinetische wetten van deze reactie nog herziening.

We zijn deze studie begonnen erbij gans bijzondere voorzorgen nemend in zake de behandeling der wanden en de uitvoering der proeven.

Tot nu toe hebben wij vastgesteld, dat de trage verbranding bij 380° C begint en dat ze wordt voorafgegaan door een nogal lange inductieperiode, die functie is van de staat van de wanden en van de temperatuur. Men noemt « inductieperiode » de phase van uiterst trage oxydering die de snellere verbranding voorafgaat.

Om tot de verbeelding te spreken, zeggen wij dat bij de temperatuur van 380° C er drie uren nodig zijn (inductieperiode) om nauwelijks 1 t. h. methaan te oxyderen en 1½ uur (tijd der halve reactie) om verder 49 t. h. te verbranden.

Vervolgens hebben wij vastgesteld dat de inductieperiode onafhankelijk is van de aanwezigheid van niet blijvende lichamen zoals de vrije radicalen.

In een reeks proefnemingen werden er vier cellen in pyrex op de temperatuur van 392° C gehouden, twee bestendig, twee met onderbrekingen van 15 minuten gedurende dewelke zij tot op de temperatuur van het laboratorium werden afgekoeld.

Voor een zelfde totale verwarmingstijd, hetzij 4½ uren, is de inductieperiode voor de 4 beproefde mengsels dezelfde gebleven.

Welnu, bij de gewone temperatuur is de concentratie der vrije radicalen nul.

Deze nogal verwarrende vaststellingen zijn van aard de tussenkomst van de ketenreacties te doen betwijfelen, althans gedurende de inductieperiode.

#### d) Ontvlaming van methaan in een geïoniseerd midden.

Onder de factoren, die een rol schijnen te kunnen spelen bij de ontvlaming, is er ene, waarop onze aandacht in de laatste tijd getrokken werd : de elektrische toestand van de ondergrondse lucht.

Alhoewel de lucht normaal als een isolator voorkomt, kan zij, in zekere omstandigheden, een zeer kleine, doch meetbare geleidbaarheid vertonen.

Dit verschijnsel, ionisatie genoemd, zou zijn oorsprong vinden volgens de moderne fysische theoriën, in de afsplitsing van electronen van de gasmoleculen, welke alzo positief electrisch geladen worden, terwijl de vrijgemaakte electronen zich op eerst ongeladen moleculen vestigen en deze een negatieve lading mededelen.

Wat de inleiding van dit verschijnsel betreft, namelijk de afsplitsing van electronen, deze wordt toegeschreven, wat de lucht der mijnen betreft, aan radioactieve uitstralingen van de gesteenten.

We weten niet in hoever dit juist is, maar in alle geval blijkt het uit onbetwisbare metingen dat de atmosfeer in de ondergrond meer geïoniseerd is dan de lucht aan de oppervlakte.

Twee Duitse onderzoekers, Rossiger en Funder, hebben eertijds, in een metaalmijn in Clausthal met een draadelectrometer,

de elektrische ladingen bepaald die de lucht, hetzij in rust, hetzij in beweging, draagt (1).

In het eerste geval waren de concentraties 4.000 positieve ionen en 8.000 negatieve per  $\text{cm}^3$ ; in het tweede geval bereikte ze respectief 12.000 en 18.000.

De onderzoekers laten opmerken dat deze waarden maxima zijn die beantwoorden aan de laagste hygrometrische graad.

Aan de oppervlakte was de gemiddelde ionendichtheid 700 per  $\text{cm}^3$ .

De vergelijking van dit cijfer met de vorige laat uitschijnen in welke aanzienlijke mate de elektrische lading van de luchtstroom, die het ondergrondsbedrijf verlucht, aangroeit.

Dit feit werd onlangs bevestigd door metingen, die in een mijn van het Luikerbekken op initiatief van het Instituut voor Mijnhygiene gedaan werden.

Dit onderzoek is nog in zijn beginstadium, maar volgens inlichtingen die wij danken aan dhr R. Bidlot, Hoogleraar aan de Universiteit te Luik en Directeur van het Instituut voor Mijnhygiene, zou de ionisatie van de lucht in de ondergrond 3,3 maal groter zijn dan de oppervlakte.

Deze vaststellingen brachten ons er toe door proeven na te gaan of de reageerbaarheid van methaan door de ionisatie der lucht gewijzigd wordt of niet.

Te dien einde hebben wij voorgenomen de ontvlammings-temperatuur en de ontvlammingsvertraging te bepalen van normale en van geïoniseerde luchtmethaanmengsels, als ionisatiemiddel hierbij aanwendend de radon of radiumstralingen.

Daar dit product ons ontbrak, hebben wij de hulp ingeroepen van dhr W. Mund, Hoogleraar in de Physico-chemie aan de Universiteit, te Leuven. Deze was zo vriendelijk zelfs zijn persoonlijk laboratorium te onzer beschikking te stellen.

Wij houden er aan dhr Mund hier eerbiedig te bedanken.

Dhr M. Vanpée, doctor in de Wetenschappen, verbonden aan

---

(1) Zie Glückauf, 15 September 1934, bl. 850.

het Instituut, werd met de uitvoering van dit werk belast. Bijlage II geeft er een uitgebreid relaas van.

Zoals men zal vaststellen worden de ontvlammingsvertraging en de ontvlammings-temperatuur slechts onbeduidend beïnvloed door de aanwezigheid van radon, althans bij temperaturen van minder dan  $700^{\circ}\text{C}$ .