

Date d'autorisation	CONSTRUCTEUR	No de la décision ministérielle	OBSERVATIONS
26-11-1947	Usines Gheysen, à Lembecq-lez-Hal.	13E/7067	1 type de tuyau en caoutchouc dénommé « Electroter U. G. » reconnu de sécurité pour l'écoulement vers le sol des charges électriques produites par les chasses d'air comprimé.
30 12-1947	S. A. C. I. C., 33, rue du Sel, Bruxelles.	13E/7101	1 type de tuyau en caoutchouc dénommé « Electromine » reconnu de sécurité quant à l'écoulement vers le sol des charges électriques produites par les chasses d'air comprimé.
11 6-1947	Firme Thines-Mathot, rue des Mélézes, 55, Bruxelles.	13D/6167	Cartouge de minage Cardox type B 37. s/plan DRG 37-I. Dimensions de la cartouche : longueur 1117 mm. diamètre extérieur 44,5 mm. épaisseur 6,35 mm.

NATIONAAL MIJNINSTITUUT
TE FRAMERIES-PATURAGES

Verslag over de

Werkzaamheden in 1947

DOOR

J. FRIPAT,

Hoofdingenieur der Mijnen,
Beheerder-Bestuurder van het Instituut.

A. — WERKEN BETREFFENDE DE SPRINGSTOFFEN EN DE SLAGPIJPES.

1. Keuringen en verschillende studies betreffende de springstoffen.

a) Controleatvuringen met S. G. P.-springstoffen.

Deze atvuringen werden gedaan met de volgende springstoffen :

Flammivore	1 monster
Matagnite	2 monsters
Nitrocopalite	3 monsters
Alkalite	3 monsters
Sabulite	3 monsters
Trianite	3 monsters

De monsters werden genomen hetzij door de arrondissementsdiensten in de kolennijnen, hetzij door het Instituut zelf bij de fabrikanten.

Wat de afvuringen in mijngas betreft, hebben wij geen enkel geval van ingebrekeblijven vastgesteld; geen een der beproefde springstoffen heeft bij een lading van 900 gr mijngas ontstoken.

Om de grenslading te controleren bij aanwezigheid van kolenstof, hebben wij de werkwijze gevolgd, welke reeds in vroegere verslagen werd aangeduid: de stofwolk werd opgejaagd door een patroon te laten ontploffen in een papieren zak met poederkolen.

Spijt haar strengheid heeft deze werkwijze slechts ontvlammingen verwekt met twee springstoffen (Alkalite en Triamite), de enige die, van de zes in België nog toegepaste formules, kaliumnitraat bevatten.

Proeven, waarvan wij verder zullen spreken, hebben aangetoond dat dit product de ontvlamming van kolenstof door de springstofontploffing bevordert.

b) Studie van door buitenlandse firma's voorgestelde formules.

Op verzoek van de Zwitserse springstoffenfabriek, te Dotikon, hebben wij door afvuringen in de mortier de grenslading bepaald van de formules „Aldorfite II en III“, die de samenstelling vertonen aangeduid in tabel I.

TABEL I

Bestanddelen	Aldorfite II	Aldorfite III
Ammoniumnitraat	70	69
Nitroglycerine	6	8
Dinitrotolueen	1	1
Houtmeel	5	5
Natriumchloride	20	19

Ladingen van 900 gr van deze springstoffen werden in de mortier van 55 mm afgevuurd zonder mijngas noch kolenstof met 30 % vluchtige bestanddelen te ontsteken.

Wij hebben dezelfde proeven genomen met zes formules der firma Nederlandse Springstoffenfabrieken.

In tabel II geven wij de samenstelling van elk dezer formules die worden aangeduid door de volgnummers III, IV, V, IIIa, IVa en Va.

TABEL II

Bestanddelen	III	IV	V	IIIa	IVa	Va
Ammoniumnitraat	62	62	62	64	64	64
Tinitrotolueen	16	16	15	16	16	15
Houtmeel	—	—	1	—	—	1
Calciumfluoride	5	—	—	5	—	—
Kaliumchloride	—	5	5	—	5	5
Natriumchloride	19	19	19	17	17	17

Afvuringen in de mortier van 55 mm leidden tot de volgende vaststellingen:

α) In een midden met mijngas.

Formule III:

Vijf afvuringen van 900 gr, waarvan er drie met de aanzetting aan de voorkant en twee met de aanzetting aan de achterkant. Een ontvlamming met de aanzetting aan de achterkant.

Formule IV:

Vijf afvuringen van 900 gr, waarvan er twee ontvlamming verwekten. Bij een dezer was de lading aangezet aan de voorkant, bij de andere aan de achterkant.

Formule V:

Een afvuring van 800 gr en vijf van 900 gr. Van deze vijf laatste verwekte er een met aanzetting van de voorkant de ontvlamming.

Formule IIIa :

Een afvuring van 850 gr, zes van 900 gr en een van 800 gr. Drie afvuringen van 900 gr (een met aanzetting aan de achterkant, twee met aanzetting aan de voorkant) en een van 800 gr (met aanzetting aan de voorkant) verwekten de ontvlaming.

Formule IVa :

Vijf afvuringen van 900 gr, waarvan er twee (een met aanzetting aan de voorkant en een met aanzetting aan de achterkant) verwekten de ontvlaming.

Formule Va :

Twee afvuringen van 800 gr en zes van 900 gr. Een dezer laatste, met aanzetting aan de achterkant, heeft de ontvlaming verwekt.

b) In een midden met kolenstof.

Formule III : 5 afvuringen van 900 gr.

Formule IV : 1 afvuring van 900 gr.

Formule V : 5 afvuringen van 900 gr.

Formule IIIa : 1 afvuring van 900 gr.

Formule IVa : 5 afvuringen van 900 gr.

Formule Va : 4 afvuringen van 900 gr.

Bij geen enkele van deze afvuringen werd ontvlaming verwekt.

Alleen de formule III zou in België kunnen toegelaten worden; er werd geen ontvlaming verwekt door de lading van 900 gr met aanzetting aan de voorkant, aanzettingswijze die alleen in aanmerking komt voor de controleafvuringen, die uitgevoerd worden met het oog op de toelating.

De formules IV, V, IVa en Va zijn ongeveer evenwaardig.

De formule IIIa, die een ontvlaming verwekte met een lading van 800 gr, biedt het minste veiligheid van de zes.

Toen wij deze studie aanvatten, dachten wij dat wij er in-

teressante gegevens in zouden vinden betreffende de doelmatigheid van calciumfluoride en kaliumchloride, producten die door de Belgische fabrikanten niet gebruikt worden. Het een of het ander dezer zouten komt immers samen met natriumchloride voor in de onderzochte formules. Feitelijk hebben de uitslagen van onze proefnemingen ons niet toegelaten belangrijke gevolgtrekkingen te maken : ofwel bieden alle gehalogeneerde zouten ongeveer de zelfde doelmatigheid als ontvlammingsdover, ofwel zijn de gebezigde hoeveelheden calciumfluoride en kaliumchloride onvoldoende zodat, indien er verschil bestaat, dit, tengevolge van het feit dat de uitslagen van de afvuringen in een mortier, steeds afwijken vertonen, niet kan onderkend worden.

c) Bijzondere navorsingen betreffende het Alkalite II (S.G.P.-springstof).

Zoals wij het hiervóór reeds zegden, ontsteekt Alkalite met normale samenstelling (samenstelling erkend bij besluit van 20 Mei 1938) regelmatig kolenstof, wanneer dit door de ontploffing van een springstoflading opgejaagd werd.

Om dit gebrek te verhelpen, hebben wij aan de „Fabrique Nationale de Produits chimiques et d'Explosifs“ gevraagd de samenstelling van deze springstof te wijzigen door het kaliumnitraatgehalte te verminderen.

In tabel III hebben wij vijftien formules aangeduid, die afgevuurd werden in de galerij, zowel in een midden met mijn-gas als in een midden met kolenstof; dit stof werd opgejaagd door de ontploffing van een patroon S.G.P. - springstof, één seconde vóór de afvuring van de te beproeven lading.

In die tabel hebben wij insgelijks de uiterste uitslagen opgetekend, die wij tijdens onze proefnemingen boekten. De afvuringen geschieden met de aanzetting ofwel aan de voorkant (slagpijpje langs de mortiermond), ofwel aan de achterkant (slagpijpje achter in de mortier).

De tweede aanzettingswijze is niet normaal; controleafvuringen met dergelijke aanzetting mogen niet in aanmerking komen bij het rangschikken der springstoffen als S.G.P.

Indien wij die aanzettingswijze hebben toegepast, dan was het om de invloed van de aanzettingswijze na te gaan op het al of niet ontsteken van een ontvlambare atmosfeer door de springstof.

Al de formules met 3 % of meer kaliumnitraat verwekten de ontvlaming van kolenstof wanneer 900 gr ofwel minder springstof werd afgevuurd.

De formule 7, die geen kaliumnitraat bevat heeft noch mijngas, noch kolenstof ontstoken bij de afvuring van 900 gr springstof; de detonatiegeschiktheid er van was echter onvoldoende.

Van de formules 14, 15 en 16 schijnt de eerste de veiligste te zijn. Met 900 gr ervan werd noch mijngas, noch kolenstof ontstoken wanneer het slagpijpje aan de kant van de mortiermond was geplaatst.

In geval van aanzetting aan de achterkant werd geen enkele maal kolenstof ontstoken, terwijl in een kolenstofatmosfeer er van vier afvuringen één ontvlaming verwekte.

Deze formule werd als S.G.P. toegelaten.

d) Onderzoek van het Triamite S. G. P.

Deze opzoeken beantwoorden aan dezelfde bezorgheid als die veroorzaakt door Alkalite. Het normale Triamite, volgens de formule :

Ammoniumnitraat	49,7
Trinitrotolueen	14,0
Kaliumnitraat	4,3
Kaliumperchloraat	5,5
Cellulose	0,5
Natriumchloride	26,0

TABEL III

TABEL III	NORMAAL	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Ammoniumnitraat	56,5	56,5	55,4	55,5	56,5	55,5	63,0	60,0	60,0	61,0	61,0	58,5	60,5	59,0	60,0	61,0	
Trinitrotolvol	11,5	10,0	11,3	10,5	10,0	10,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	13,0	13,0	12,5	12,5	12,0	
Binitrotolvol	-	1,5	1,95	1,0	1,5	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Kaliumnitraat	6,5	6,5	6,36	6,5	6,5	6,5	-	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	-	2,0	1,0	-	
Aluminium	0,5	0,5	0,49	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	
Natriumchloride	25,0	25,0	24,5	26,0	25,0	26,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	
Afvuringen in kolenstof dat door de ontploijing van een springstoflading werd opgejaagd.																	
a) Aanzetting aan de voorkant:			400	400	400	500	400	800	900	900	900	900					
Ontsteking door gr.																	
Seen " " gr.																	
b) Aanzetting aan de achterkant:																	
Ontsteking door gr.																	
Seen " " gr.																	
Afvuringen in mijngas.																	
a) Aanzetting aan de voorkant:																	
Ontsteking door gr.																	
Seen " " gr.																	
b) Aanzetting aan de achterkant:																	
Ontsteking door gr.																	
Seen " " gr.																	

• fijn zout

ontsteekt insgelijks kolenstof, wanneer dit opgejaagd werd door de ontploffing van een patroon springstof.

Steunend op de vaststellingen, die wij gedaan hadden bij de afvuringen van Alkalite, hebben wij aanbevolen het kaliumnitraatgehalte te verminderen.

De springstof werd als volgt gewijzigd :

Ammoniumnitraat	52,43
Trinitrotolueen	14,23
Ammoniumperchloraat	4,97
Kaliumnitraat	2,00
Cellulose	0,50
Natriumchloride	25,87

Ladingen van 900 gr, afgevuurd in de mortier van 55 mm, ontsteken kolenstof met 30 % vluchtige bestanddelen niet, zelfs in geval van aanzetting aan de achterkant.

Deze vaststelling bevestigt deze die geboekt werd bij het onderzoek van Alkalite.

II. Studie van de veiligheidshuls.

Sedert twee jaar reeds heeft de studie van de veiligheidshuls de voorrang hernomen onder de navorsingen met onmiddellijk praktisch belang voorkomend op ons werkprogramma.

Toen wij opnieuw de studie aanvatten van deze uitvinding, die nu meer dan dertig jaar oud is, beoogden wij in de eerste plaats de tekortkomingen te verhelpen die wij hadden vastgesteld toen wij, onmiddellijk na het einde van de oorlog, de periodische controle van de S.G.P. - springstoffen terug hadden ingevoerd.

Ons besluit, dat volstrekt gegrond was gezien de overwegende rol die ommantelde springstoffen in de mijnpolitie spelen, bracht er ons toe, in de loop van het jaar 1946,

de systematische studie te beginnen van de stoffen die een dovende uitwerking kunnen hebben op de ontploffingsvlammen.

Deze studie leidde tot een bevredigende oplossing en zelfs tot een éénvormige, in die zin dat ze de verscheidenheid der hulsmengsels, die tot dan door de fabrikanten werden gebruikt, uitsloot.

In de loop van het jaar 1947 echter kwamen wij er toe het gebruik der huls in overweging te nemen in voorwaarden, die ten zeerste verschilden van deze voorzien door de uitvinder.

Toen hij zich de veiligheidshuls voorstelde, dacht Em. Lemaire immers alleen aan haar aanwending als bijkomende voorzorgsmaatregel voor de S.G.P. - springstoffen, die reeds door hun samenstelling veiligheid boden, veiligheid die ten andere bleek uit afvuringen in de proefnemingsgalerij.

Wij hebben niet gemeend bij die opvatting te moeten blijven stilstaan en dat bood ons de gelegenheid tot verder onderzoek.

De huidige economische noodwendigheden vergen immers in sommige bijzondere gevallen het gebruik van krachtigere formules en, bijgevolg, van minder veilige dan ons mijnreglement voorschrijft. Ook hier is de veiligheidshuls het gans aangewezen correctief en zo komt men tot de ommantelde brisante springstoffen, die ondermeer bruikbaar zijn voor de afbouw van harde, weinig mijngashoudende kolenlagen.

De gedachte hernemend, die vóór meer dan tien jaar werd vooropgezet, door het proefstation te Derne, heeft het Nationaal Mijninstituut in 1947 insgelijks een huls onderzocht en beproefd, die niet alleen uit inerte bestanddelen bestond maar die ook een ontplofbare stof bevatte namelijk nitroglycerine. In wat volgt zullen wij in 't kort de uitslagen van onze navorsingen zowel met de inerte als met de explosieve (actieve) huls uiteenzetten.

α) Toepassingen van de inerte huls.

Onder de stoffen die wij in 1946 onderzochten zijn er, die een merkwaardige doelmatigheid vertonen. De hulzen van natriumcarbonaat en van natriumbicarbonaat van ten hoogste 75 gr per patroon lieten namelijk toe de maximum gebruiks-lading onzer S.G.P. - springstoffen (800 gr) in volle mijn-gasatmosfeer af te vuren zonder dat er ontvlaming werd verwekt.

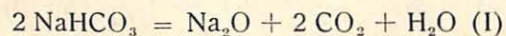
Herinneren wij er aan dat, voor deze proef, de ommantelde patronen achtereen aan een metalen staaf waren opgehangen volgens de langsas van de galerij. Noteren wij insgelijks dat de uiteinden der lading bloot waren, m. a. w. dat er geen hoedjes met dovende stoffen op zaten.

Spijt de overmaat stikstof in de samenstelling van het natuurlijk mijngas, dat we krijgen van uit de bedrijfszetel „Grand-Trait“ van de „Charbonnages belges“, is de afvuring in mijngasatmosfeer voorzeker een zeer strenge proef. Om die reden hebben wij het niet nodig geacht de overmaat inert gas door een toevoeging van zuurstof te compenseren, wat we gewoonlijk wel doen voor afvuringen in de mortier.

Onze proefnemingen hadden de grotere doelmatigheid van natriumcarbonaat en van natriumbicarbonaat laten blijken; ze hadden insgelijks aangetoond dat beide producten ongeveer even doelmatig zijn.

Brengen we te dien opzichte enige thermochemische gegevens in herinnering.

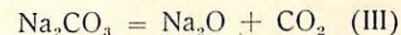
Natriumbicarbonaat kan op twee verschillende manieren dissociëren, hetzij volgens vergelijking I, hetzij volgens vergelijking II :



In het eerste geval (I) wordt er per gram bicarbonaat 0,637 calorie opgeslorpt; in het tweede (II), 0,180 calorie.

De eerste molecule koolzuuranhydride komt vrij (II) bij een betrekkelijk lage temperatuur, want bij 102° C bereikt de spanning van dat gas reeds één atmosfeer.

De dissociatie van natriumcarbonaat volgens vergelijking III :



vergt daarentegen een hogere temperatuur alsmede 0,736 calorie per gram.

Bij 1200° C is de dissociatiespanning van natriumcarbonaat slechts gelijk aan 41 mm kwik.

Enerzijds ziet men dus een ontbinding bij lage temperatuur met opslorping van een betrekkelijk kleine hoeveelheid warmte (bicarbonaat); anderzijds, een ontbinding bij hoge temperatuur met een warmteopname die vier maal groter is (0,736 : 0,180 = 4).

Voegen we hieraan toe, dat men niet weet in welke verhouding en met welke snelheid de stoffen, in aanraking met de warme ontploffingsgassen en in de uiterst samengedrukte atmosfeer die deze omringt, dissociëren.

In het geval van natriumcarbonaat is dit verschijnsel nog ingewikkelder tengevolge van de deshydratering van dit product, waarmede zeven of tien moleculen water zijn verbonden.

Samenvattend kan men zeggen, dat het onmogelijk is aléén door thermochemische overwegingen de evenwaardigheid van natriumcarbonaat en van natriumbicarbonaat als hulsstof te staven.

Eindelijk weze er op gewezen dat, volgens de betrekkelijk jonge theorie der ketenreacties, de verpulverde vaste stoffen als dover werken, niet zozeer door warmteopslorping (verschijnsel dat afhangt van het warmtevermogen en van de thermochemische eigenschappen dier stoffen), maar vooral door het feit, dat zij een scherm van zeer fijne stofdeeltjes vormen waartegen de oxydatievoortplantingscentra zich voorbarig

opnieuw verbinden nog vóór dat ze de reactionele botsingen die tot ontvlaming leiden hebben ondergaan.

Zo kan men verstaan waarom natriumcarbonaat en natriumbicarbonaat, waarvan de thermochemische kenmerken zozeer verschillen, ten opzichte van de ontploffingsvlammen dezelfde uitwerking hebben.

Van deze twee producten werd alleen natriumbicarbonaat weerhouden om in het vervolg als hulsstof te dienen. Het biedt immers het voordeel van een merkwaardig stabiele fysieke structuur. Natriumcarbonaat daarentegen wordt hard en klontert samen; daarenboven is het moeilijk er hulzen mede te vullen.

Herinneren wij er aan dat in 1932, tengevolge van de studie van de hulstoffen, het Safety in Mines Research Board, te Sheffield, de grotere doelmatigheid van natriumbicarbonaat reeds had erkend. Op dat tijdstip beproefde het Nationaal Mijninstituut met gunstig gevolg met dit product ommantelde springstoffen. De aanwending van natriumbicarbonaat werd nochtans niet verplichtend gemaakt, omdat de in België gewoonlijk gebruikte hulsmengsels voldoende doelmatig waren gebleken. (1)

In de loop van het jaar 1947 werd de bicarbonaathuls onder twee vormen bestudeerd :

1° met een normale dikte van 3 mm overeenkomend met het bepaalde bij het koninklijk besluit van 14 Augustus 1930;

2° met een versterkte dikte, m. a. w., dikker dan 3 mm, formaat dat bijzonder geschikt is voor brisante springstoffen.

Al de proefnemingen werden gedaan met hulzen die bij de fabrikanten werden gemaakt, m. a. w. op industrieel plan.

Hier volgen voor al de onderzochte springstoffen de ken-

(1) Zie Verslag over de Werken in 1933, bl. 8, « Annales des Mines de Belgique », Boekdeel XXXV, Jaargang 1934.

merken (gewicht en diameter) van de springstofkern en van de huls, alsmede de voornaamste uitslagen van de afvuringen in de galerij.

I. — Flammivore (S.G.P.-springstof.)

Normale huls (dikte 3 mm.)

Springstofkern van 100 gr; lengte 130 mm; diameter 30 mm.

Huls : 90 % natriumbicarbonaat; 10 % cement; 60 gr. per patroon.

10, 12 en zelfs 14 patronen, achtereen opgehangen in volle mijngas, verwekken geen ontvlaming.

Versterkte huls (dikte 5 mm.)

Springstofkern van 100 gr; lengte 132 mm; diameter 30 mm.

Huls : 90 % bicarbonaat; 10 % cement; 96 gr per patroon; buitendiameter 40 mm.

18 patronen, in twee rijen van 9 achtereen geplaatste patronen, naast elkander in volle mijngas opgehangen, verwekken geen ontvlaming.

20 patronen, insgelijks in 2 rijen van 10 achtereengeplaatste patronen, naast elkander opgehangen ontsteken mijngas.

Versterkte huls (dikte 7,5 mm.)

Springstofkern van 100 gr; lengte 185 mm; diameter 25 mm.

Huls : 90 % bicarbonaat; 10 % cement; 184 gr per patroon; buitendiameter 40 mm.

15 patronen achtereen in volle mijngas opgehangen verwekken geen ontvlaming. Waarschijnlijk zou deze ook niet verwekt worden zijn door een sterkere lading.)

2. Nitrocooppalite (S.G.P.-springstof).**Normale huls (dikte 3 mm.)**

Springstofkern van 100 gr; lengte 132 mm; diameter 30 mm.

Huls van zuiver bicarbonaat, 71 gr per patroon.

9 patronen achtereen in volle mijngas opgehangen verwekken geen ontvlaming.

10 patronen ontsteken mijngas.

3. Alkalite (S.G.P.-springstof).**Normale huls (dikte 3 mm.)**

Springstofkern van 100 gr; lengte 122 mm; diameter 30 mm.

Huls van zuiver bicarbonaat, 65 gr per patroon.

9 patronen achtereen in volle mijngas opgehangen verwekken geen ontvlaming.

* * *

Wanneer de S.G.P. - springstoffen ommanteld waren met een normale huls (dikte 3 mm.), die 71 gr en zelfs minder woog en industrieel bereid werd, konden er van deze springstoffen ladingen van 900 gr afgevaard worden, zonder dat mijngas werd ontstoken.

Men zal insgelijks met belangstelling hebben opgemerkt welke sterke lading Flammivore, ommanteld met een versterkte huls, in volle mijngas kon afgevuurd worden zonder ontvlaming te verwekken.

* * *

4. Ruptol (brisante springstof).**Normale huls (dikte 3 mm.)**

Springstofkern van 100 gr; lengte 130 mm; diameter 30 mm.

Huls : 90 % natriumbicarbonaat; 10 % cement; 58 gr per patroon.

3 patronen in volle mijngas opgehangen verwekken ontvlaming.

Versterkte huls (dikte 5 mm.)

Springstofkern van 100 gr; lengte 130 mm; diameter 30 mm.

Huls : zelfde samenstelling; buitendiameter 40 mm; 106 gr per patroon.

7 patronen, in volle mijngas opgehangen, verwekken één ontvlaming op twee proeven.

7 patronen, achtereen in de mortier van 40 mm geplaatst, ontsteken kolenstof met 30 % vluchtige bestanddelen niet wanneer het kolenstof door een springstofdading werd opgejaagd (1).

Versterkte lading (dikte 7,5 mm.)

Springstofkern van 100 gr; lengte 190 mm.; diameter 25 mm.

Huls : zelfde samenstelling; buitendiameter 40 mm; 190 gr per patroon.

10 patronen, achtereen in volle mijngas opgehangen, verwekken één ontvlaming op zes proeven.

9 patronen ontsteken mijngas niet.

5 patronen, achtereen in de mortier van 40 mm geplaatst, met aanzetting aan de achterkant, ontsteken noch door toevoeging van zuurstof verlevendigd mijngas, noch kolenstof (1).

* * *

Voor Ruptol (brisante springstof) stelt men vast dat de normale huls niet volstaat om de gewenste veiligheid te verzekeren. De versterkte huls (dikte 7,5 mm.) heeft daarentegen toegelaten, zonder ontvlaming te verwekken, 900 gr springstof af te vuren in volle natuurlijk mijngas en 500 gr

(1) De diepte van de mijnoven was slechts 98 cm., zodat we er onmogelijk een grotere lading in konden plaatsen.

in de mortier in een midden hetzij met kolenstof, hetzij met verlevendigd mijngas.

Deze uitslagen zijn belangrijk, gezien de grote ontploffingskracht van deze springstof : 500 gr volstaan voor schietwerk in de kolenlaag.

In de loop van het jaar 1948 zullen andere met bicarbonaat ommantelde brisante springstoffen aan dezelfde proeven onderworpen worden.

* * *

b) Studie van de actieve huls.

De actieve huls, die in het Nationaal Mijninstituut bestudeerd werd, werd bereid door de N. V. „Poudreries Réunies de Belgique“. De samenstelling ervan vertoont gelijkenis met die van het Duitse bicarbite en steunt, evenals deze laatste, op de doelmatigheid van natriumbicarbonaat.

Bestanddelen	Bicarbitehuls	Belgische actieve huls
Nitroglycerine	—	—
Natriumbicarbonaat	15	15
Natriumchloride	50	82
Kieselguhr	35	—
Talk	—	2
		1

Feitelijk zijn beide zwakke springstoffen (1).

Wat de Belgische huls betreft, men kan er zich een gedachte van vormen door het nazicht van volgende kenmerken.

(1) Een zeer uitgebreide mededeling over het bicarbite vindt men op bladzijden 16 en volgende van het Verslag over de werken van het Nationaal Mijninstituut in 1938. «Annales des Mines de Belgique», Boekdeel XL, Jaargang 1939. In deze mededeling wordt ook het relaas gegeven van de proefafvuringen die te Paturages met de Duitse huls werden uitgevoerd.

	S.G.P.-springstof	Belgische actieve huls
Door 1 kg. van het product, bij constant volume, ontwikkelde warmte	627 cal.	75 cal.
Netto uitwijding van de loodblok voor 10 gr van het product (Trauzlproef)... ..	240 cm ³	25 cm ³

N. B. — Er wordt verondersteld dat natriumbicarbonaat omgezet wordt in $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

1.600 gr Belgische actieve huls (5 patronen van 40 mm diameter en van 320 gr) ontploffen in volle mijngas zonder ontvlaming te verwekken.

Hier volgen de uitslagen die wij bekomen hebben met drie door de actieve huls ommantelde springstoffen.

1. - Nitrobaelenite (S.G.P. - springstof)

Springstofkern van 50 gr; lengte 180 mm; diameter 20 mm.

Huls : 216 gr; lengte 180 mm; buitendiameter 40 mm.

12 patronen, in volle mijngas opgehangen, verwekken geen ontvlaming.

14 patronen, daarentegen, veroorzaken ze.

2. - Securite B (S.G.P. - springstof)

We kennen aan deze springstof de S.G.P. - hoedanigheid toe, alhoewel de grenslading bij afvuring in de mortier, zowel in een mijngas- als in een kolenstofmiddelen ongeveer 700 gr is, m. a. w., 200 gr kleiner dan die der normale springstoffen (1).

(1) Op bladzijde de 181 van het Verslag over de werken in 1946 van het Nationaal Mijninstituut wordt de samenstelling van deze springstof gegeven. Zie «Annales der Mijnen van België, Boekdeel XVII, Jaargang 1947 en 1948.

Springstofkern van 100 gr ; lengte 180 mm ; diameter 20 mm.

Huls : gewicht 235 gr ; buitendiameter 40 mm.

5 patronen, in volle mijngas opgehangen, verwekken geen ontvlaming; 6 patronen daarentegen wel.

3. - Fractorite (Brisante springstof)

Springstofkern van 50 gr ; lengte 160 mm ; diameter 20 mm.

Huls : gewicht 221 gr ; buitendiameter 40 mm.

5 patronen, in volle mijngas opgehangen, verwekken geen ontvlaming; 6 daarentegen wel.

Een ander monster van deze springstof, helemaal hetzelfde als het vorige, maar ommanteld met een huls van 242 gr , die terzelfdertijd de zijdelingse oppervlakte en beide eindvlakken van de patronen bedekte, gaf bij de proefnemingen de volgende uitslagen :

Bij de afvuring van 8 patronen, die in volle mijngas zijn opgehangen, wordt op zes proeven twee maal ontvlaming verwekt. Dezelfde lading verwekt geen ontvlaming, wanneer ze ontploft in een kolenstofwolk.

Bij de afvuring, in de mortier van 40 mm , van 6 patronen wordt noch de ontvlaming verwekt van kolenstof (met 30 % vluchtige bestanddelen) dat vooraf door een springstoflading werd opgejaagd, noch met zuurstof verlevendigd mijngas van het proefstation ontstoken.

* * *

Zoals men kan vaststellen, laat de actieve huls niet toe zulke grote ladingen af te vuren als de inerte : 600 gr Nitrobaelenite met de actieve huls tegen 900 gr van dezelfde springstof met de inerte.

Het arbeidspotentieel van de lading met actieve huls is

nochtans groter. Inderdaad, wanneer men veronderstelt dat natriumbicarbonaat als volgt ontbonden wordt :

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, bekomt men :

473 calorieën voor 600 gr S.G.P. - springstof met actieve huls (216 gr per patroon) en

442 calorieën voor 900 gr S.G.P. - springstof met inerte huls (70 gr per patroon).

Vergeleken met de inerte huls, biedt de actieve twee voordelen :

- 1° Ze kan de eindvlakken van de patronen bedekken zonder de doorgang van de ontploffingsgolf te hinderen;
- 2° Ze verbetert de geschiktheid tot ontploffen van de springstof. De grootste afstand welke in openlucht tussen twee patronen mag bestaan zonder dat het overslaan van de ontploffing gehinderd wordt is 4 cm voor de springstof met inerte huls; hij bedraagt meer dan 16 cm voor de springstof met actieve huls.

c) Proeven betreffende de kracht van springstoffen met versterkte huls.

Om de kracht van een springstof te bepalen worden er gewoonlijk kleine ladingen in het loden blok afgevuurd (Trauzlproef).

Tien à vijftien gram springstof worden met een slagpijpje onder in de cirkelvormige holte, die volgens de as in een cilindrische loden blok is uitgeboord, geplaatst en daarna met een opstopping bedekt. Na de ontploffing wordt de volumevermeerdering van de holte gemeten en zo bekómt men een betrekkelijke waarde van de kracht van de springstof.

Deze methode is eenvoudig en snel. Men mag nochtans niet voor zeker aannemen dat zij tot een schaal van krachten

leidt die beantwoordt aan deze bekomen bij werkelijk schietwerk.

Om aan deze onzekerheid te ontkomen wat betreft de springstoffen met versterkte huls, hebben wij beroep gedaan op de medewerking van het „Groupement général des Poudres et Explosifs“ om proefnemingen te doen betreffende de kracht bij springwerk in het gesteente. Deze proefnemingen werden gedaan in de ondergrondse werken van de kolenmijn „Charbonnage du Gouffre“ onder leiding van dhr R. Lefèvre, Hoofdingenieur-Directeur van het 2^e Mijnnarrondissement te Mons.

In bijlage I van dit verslag wordt het relaas van deze proefnemingen gegeven.

III. Studie van de incidenten bij het springwerk.

Zoals in onze vorige verslagen, verstaan wij hier door incidenten bij het springwerk de abnormale ontploffingen of het sissend uitbranden van springstofladingen.

Deze incidenten werden reeds uitvoerig onderzocht door vreemde onderzoekingsstations (namelijk die van Liévin en Montluçon); wij zelf hebben er menige proefneming aan gewijd zonder tot beslissende uitslagen te komen. (Zie jaarverslagen over de werken van het Nationaal Mijninstituut voor de jaren 1944 tot 1946, Annalen der Mijnen van België, Boekdelen XLVI en XLVII).

In de loop van het jaar 1947 werd onze aandacht andermaal op een dergelijk incident gevestigd, incident dat vastgesteld werd in het bekken van Charleroi en waarvan onze collega, dhr R. Lefèvre, Hoofdingenieur der Mijnen, ons volgende bijzonderheden mededeelde :

Vier mijngaten waren geboord in het front van een luchtkeergalerij, om een onderkelderde steenbank van 1,40 m ge-

middelde dikte bij 2 m breedte, van het hangende neer te slaan. De vier gaten waren elk 1,80 m diep en geplaatst zoals aangeduid op schets fig. I.

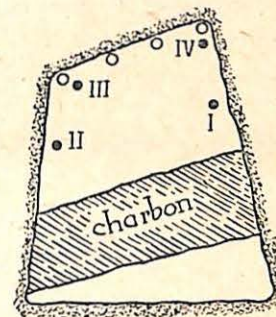


Fig. I.

Het gesteente was brokkelig, maar zonder sporen van kolen.

De mijnen I, II en III, die respectief geladen waren met 2, 2 en 3 patronen ommantelde Nitrocooppalite werden achtereenvolgens zonder incident afgevuurd. Daarna plaatste de schietmeester in het boorgat IV, 3 patronen van dezelfde springstof met een slagpijpje in het uiteinde der lading nabij de opstopping in klei; deze opstopping was 40 cm lang.

Op de afvuring volgde geen ontploffing doch een hevig geblaas.

Toen de schietmeester terug aan het front kwam, stelde hij vast, dat de dichtst bij het mijngat gelegen kap alsmede het overige der betimmering met een vlam brandden. De lading had geen springwerk verricht.

Dit omstandig relaas was voor ons de gelegenheid om proefnemingen te doen met het doel hetzelfde incident opnieuw te verwezenlijken.

In onze galerij n^o 1 van „Bois de Colfontaine“, die in schiefgesteente gedolven is, hebben wij veertien ladingen Nitrocooppalite, met opstopping van klei, afgevuurd, hierbij

de aanzettings- en ladingswijze wijzigend; de springstof was in sommige gevallen ommanteld met de veiligheidshuls, in de andere niet.

Hier volgt de opgave van de afvuringen en van de omstandigheden waarin zij plaats vonden.

Afvuring 1 :

3 patronen (1 zonder huls, 2 met huls), 35 cm opstopping.

Afvuring 2 :

2 patronen zonder huls + de aanzetpatroon met 20 gr fijnkolen rond het slagpijpje; 35 cm opstopping.

Afvuring 3 :

3 patronen zonder huls; 15 cm vrije ruimte tussen de eerste en de tweede (indien de patronen genummerd worden volgens ze in het boorgat worden gestoken); 30 cm opstopping.

Afvuring 4 :

3 patronen zonder huls; 15 mm hulsstof tussen de tweede en de derde patroon; 35 cm opstopping.

Afvuring 5 :

3 patronen zonder huls; 15 mm fijne kolen tussen de verschillende patronen; 30 cm opstopping.

Afvuring 6 :

3 patronen zonder huls; 30 mm vrije ruimte tussen de eerste en de tweede en 15 mm fijne kolen tussen de tweede en de derde; 35 cm opstopping.

Afvuring 7 :

3 patronen zonder huls; het slagpijpje langs de derde patroon geplaatst; 30 cm opstopping.

Afvuring 8 :

2 patronen zonder huls en ene met huls; het slagpijpje tegen de derde patroon; 30 cm opstopping.

Afvuring 9 :

2 patronen zonder huls en een met huls; het slagpijpje tegen de derde patroon; 2 à 3 cm papier tussen de verschillende patronen; 25 cm opstopping.

Afvuring 10 :

3 patronen zonder huls; het slagpijpje tegen de derde patroon; 30 cm opstopping.

Afvuring 11 :

3 sterk samengeperste patronen zonder huls; het slagpijpje tegen de derde patroon; 30 cm opstopping.

Afvuring 12 :

4 patronen zonder huls; het slagpijpje tegen de vierde patroon; 30 cm opstopping.

Afvuring 13 :

3 patronen zonder huls; 25 cm verpulverde schiefersteen tussen de verschillende patronen; 25 cm opstopping.

Afvuring 14 :

3 patronen zonder huls; 30 cm verpulverde schiefersteen tussen de verschillende patronen; het slagpijpje in de eerste (aanzetting aan de achterkant); 30 cm opstopping.

Al deze ladingen hebben normaal springwerk geleverd en het massief verbrokkeld over de ganse lengten der boorgaten.

Spijt al de gebreken die de ladingen vertoonden, zijn wij er niet in geslaagd er een sissend te laten uitbranden.

Nochtans is het mogelijk bij springwerk in rots de verbranding van een patroon, die met een slagpijpje aangezet is, te verwekken.

In een proef, die wij in 1946 insgelijks in schiefgesteente namen, brandde de aanzetpatroon, die uit 80 gr Flammivore en 20 gr inerte stoffen bestond (evenveel kolen en paraffine), zonder het overige van de lading tot ontploffing te brengen.

Het enige uitwerksel van die afvuring was een uitwijding van het boorgat zonder verplaatsing van de opstopping.

Die positieve vaststelling geplaatst tegenover al de vroeger geboekte negatieve uitslagen, bracht er ons toe te denken dat het sissend uitbranden mogelijk was mits de springstof grondig werd gewijzigd.

Fouten in de aanzetting en in de manier van laden, zoals het plaatsen van het slagpijpje tegen de patroon in plaats van er in, een onderbreking in de lading met of zonder tussenplaatsing van verpulverde stoffen, een overdreven samenpersing van de lading (allemaal fouten die bij echt springwerk niet uitgesloten zijn) leken weinig geschikt om het sissend uitbranden der lading te veroorzaken evenmin bij afvuringen in de mortier als bij afvuringen in het gesteente.

In de loop van het jaar 1947 hebben wij getracht drie verschillende springstoffen sissend te doen branden (Flammivore, Nitrocoopalite en Sabulite) en tevens het uitwerksel van die verbranding op de aanliggende patronen na te gaan.

Onze vaststellingen kunnen als volgt samengevat worden :

a) Lading bestaande uit 2 of 3 patronen gewone springstof en uit een met een slagpijpje aangezette patroon die 20 à 22 gr van een mengsel met gelijke delen paraffine en kolen bevat :

De ontploffing van het slagpijpje verwekt hetzij de volledige, hetzij de gedeeltelijke verbranding van de aangezette patroon.

De andere patronen zijn korter geworden alsof ze een schok hadden ondergaan.

Als door de ontploffing geleverd springwerk wordt niets opgemerkt tenzij enige barsten in het gesteente; de opstopping is blijven zitten of een weinig naar de opening verschoven.

b) Door toevoeging van paraffine alleen (20 gr) gewij-

zigde aanzetpatroon, gevolgd door 2 of 3 normale patronen.

De aanzetpatroon brandt, zonder uitwerksel op het overige van de lading. De lading wordt uit het boorgat gestoten en het voorste gedeelte van dit gat weggeslagen over een afstand overeenkomend met de plaats van de aanzetpatroon.

Het mengsel springstof-paraffine is dus actiever dan het mengsel springstof-paraffine-kolen.

c) Aanzetpatroon waarin 15 gr paraffine vermengd is.

Het slagpijpje doet de aanzetpatroon ontploffen alsmede de aanliggende patronen, of in deze paraffine vermengd is of niet.

d) Aanzetpatroon waarin 20 gr kolen vermengd zijn. Deze patroon brandt zonder de aanliggende patronen te doen ontploffen of branden, welke ook hun samenstelling zij. De opstopping blijft zitten.

Het vervangen van de kolen door verpulverde schiefersteen leidt tot geen enkele nieuwe vaststelling, tenzij dat de aanzetpatroon gedeeltelijk ontploft, namelijk rond en nabij het slagpijpje.

Het is interessant de overeenkomst aan te tonen van deze vaststellingen met die, welke wij boekten bij het afvuren in de mortier en welke aangeduid zijn op de bladzijden 252 en volgende van het verslag over de werken in 1944-1945.

Door een deflagratie te willen verwekken met een ontsteker, welke in een mengsel van springstof en salpeterkruit met of zonder verpulverde kolen was gestoken, verwekten wij de volledige ontploffing van 2 of 3 normale springstofpatronen, waarvan we het papier op de eindvlakken hadden weggenomen en die in een mortier geplaatst waren achter een stevige kleiopstopping. In gans dezelfde omstandigheden, maar zonder dat het papier op de eindvlakken der patronen was weggenomen, bleef de ontploffing beperkt tot de aanzetpatroon en bleven de aanliggende patronen ongeschonden.

Deze proefnemingen, die uitgevoerd werden in voorwaarden van aanzetting, die volkomen afwijken van deze der praktijk, tonen aan in welke mate het papier op de eindvlakken der patronen het overbrengen van de ontploffing kan hinderen; hetzelfde mag gezegd van tussenvoegingen van verpulverde stoffen (schiefersteen, kolen).

Om weigeringen te voorkomen komt het er dus op aan met zorg de mijngaten te reinigen; meer zullen we hierover niet zeggen want deze voorzorgsmaatregel is voldoende gekend door onze schietmeesters.

Terugkomend op onze proefnemingen om deflagratie te verwekken door de springstofsamenstelling te wijzigen, erkennen wij, dat men zich moeilijk kan indenken dat in de praktijk de mogelijkheid zich zou kunnen voordoen van een zo innige vermenging der springstof met vreemde bestanddelen als die welke wij hebben verwezenlijkt. Wij veroorloven ons nochtans te waarschuwen voor de noodlottige gevolgen, die brutale behandeling der springstof en ruwe stoten met de laadstok op de lading, kunnen hebben. Zo kunnen de papieren omhullingen van de patronen openbarsten en de springstof met brandbare producten (kolen en paraffine), die de deflagratie bevorderen in aanraking komen.

IV. Springwerk met S.G.P.-springstoffen in het gesteente.

α) Noodzakelijkheid springwerk in het gesteende uit te voeren om de S.G.P.-springstoffen te bestuderen.

Vanaf 1931, datum waarop onze galerijen van „ Bois de Colfontaine “ werden verlaten, werden al onze navorsingen op de S.G.P. - springstoffen alleen gedaan in een stalen mortier in onze proefnemingsgalerij.

We beschikken daarvoor over drie mortieren met een mijn-

oven van cirkelvormige doorsnede met de volgende afmetingen :

Lengte 570 mm ; diameter 55 mm.

Lengte 980 mm ; diameter 40 mm.

Lengte 1100 mm ; diameter 30 mm.

De eerste wordt gebruikt voor afvuringen met het oog op de erkenning van S.G.P. - springstoffen. De patronen van 100 gr. worden er in gelegd, drie maal drie naast elkander. Die schikking laat toe in de mortier 900 gr te plaatsen niet-tegenstaande de beperkte lengte.

Deze manier van laden, die door niets aan de ladingswijze bij springwerk in de mijn herinnert, is sedert lang aangenomen door vele proefnemingsstations. Ze biedt het voordeel aan de proef een uiterst streng karakter te geven en zo tot de kleinste grensladingen te leiden.

De mortiers van 40 en van 30 mm worden voorbehouden voor bijzondere studies; de eerste ondermeer voor het afvuren van ladingen met veiligheidshuls; de tweede voor het afvuren van niet ommantelde patronen, die de ene achter de andere in het boorgat geplaatst worden.

Daar de patroondiameter der S.G.P. - springstoffen gewoonlijk 30 mm is, is de laaddichtheid 0,3 voor de mortier van 55 mm, 1 voor die van 30 mm. De eerste is overdreven klein; de andere is normaal, zelfs iets groter dan bij springwerk in het gesteente.

Eindelijk weze gezegd dat de ladingen zonder opstoppingen worden afgevuurd en dat het slagpijpje over het algemeen aan de kant van de opening van het mijn gat geplaatst is.

Deze proefnemingsbijzonderheden verschillen zeer, wij moeten het toegeven, van de gewone omstandigheden waarin schietwerk uitgevoerd wordt. Hoogstens kan men in afvuringen in een mortier de weergave zien van een uitblazend schot,

dat over het algemeen met recht of ten onrechte, als het gevaarlijkste incident aangezien wordt.

Met andere woorden, de mortier biedt het enige voordeel de herhaling van de proefnemingen mogelijk te maken en zo het de onderzoeker mogelijk te maken de betrekkelijke veiligheid van de bestudeerde formules te bepalen.

Het is dus rationeel de proefnemingen in de proefnemingsgalerij door afvuringen in de rots te volledigen; dat was ten andere reeds de mening van Em. Lemaire toen hij zijn proefnemingen in „ Bois de Colfontaine “ aanvatte.

Deze werden uitgevoerd in de loop der jaren 1927 tot 1929 in twee galerijen : een zuidelijke steengang en een oostelijke, de eerste gedolven in schiefergesteente, de tweede in een harde zandsteenbank.

Daar over die proefnemingen niets werd gepubliceerd, laten wij hier een kort overzicht volgen van de vaststellingen, waartoe de 125 afvuringen, die toen werden uitgevoerd, aanleiding gaven.

In één woord, men stelde geen enkel geval van ontsteking van mijn gas door S.G.P. - springstoffen vast.

Eerst vuurde men afzonderlijke ladingen af, die achter een opstopping in een boorgat waren geplaatst, in elk boorgat een hoeveelheid springstof die gelijk was aan de grenslading bepaald met de mortier; daarna salvo's van 3 à 5 ladingen, die door 8, 9, 10 en zelfs 16 patronen van 100 gr gevormd waren en zonder opstopping in boorgaten waren geplaatst.

Welk ook de weerstand was van het gesteente en de dikte van de weg te slaan banken, al deze proefnemingen leidden tot negatieve uitslagen.

Met dynamiet n° I (75 % nitroglycerine en 25 % kiezelguhr) werden er daarentegen zeer veel ontvlammingen bekomen, maar steeds op een onregelmatige wijze, zodat het niet mogelijk was uit te maken welk de invloed was van de

lengte van de opstopping noch deze van de verbrokkelingsarbeid die de lading had te verrichten.

Enige voorbeelden zullen aantonen, hoezeer de uitslagen met die springstof bekomen uiteenlopen.

In weinig vast schiefergesteente werd een ontvlaming verwekt door twee patronen, die achter een opstopping van 75 cm geplaatst waren in een bank van 50 cm dikte, terwijl vier patronen zonder opstopping in een bank van 30 cm. dikte geen ontsteking veroorzaakten.

Onder een zeer harde zandsteenbank van 20 à 30 cm dikte, verwekt een lading van 3 patronen, die achter een opstopping van 20 cm wordt afgevuurd de ontvlaming, terwijl met opstoppen, die veel langer zijn en zelfs 50 cm bereiken, zulks niet het geval is.

Hier volgen, om te eindigen, de verbijsterende vaststellingen, die geboekt werden voor drie patronen, welke zonder opstopping onder zachte schiefersteenbanken van 35 cm dikte werden afgevuurd. Er volgde ontvlaming, wanneer de vrije ruimte tussen de aanzetpatroon en de opening van het mijn gat 75 cm bedroeg; zulks was niet het geval, wanneer deze afstand slechts 50, 40 en 20 cm was.

Twee besluiten werden getrokken uit deze proefnemingen:

- 1° Van de springstoffen met de formules, die als mijn gasveilig erkend waren, konden er, zonder ontvlaming te verwekken, in rots veel grotere ladingen afgevuurd worden dan de grenslading bepaald door de proef met de mortier;
- 2° Voor dynamiet bleek het, dat het risico niet rechtstreeks afhing van de lading. Deze gevolgtrekking toont overeenstemming met de vaststellingen, die gedaan werden in het proefnemingsstation te Derne (Duitsland) en waarover verder zal gesproken worden.

In 1930 en 1931, bracht de studie der gelijktijdige afvu-

ringen er ons toe opnieuw de veiligheid na te gaan, die onze S.G.P. - springstoffen boden in mijngaten geboord in harde zandsteen (1).

Wij verwezenlijkten 24 gelijktijdige afvuringen van 2 tot 7 ladingen bestaande uit 1, 3 à 5,9 kg springstof met in het merendeel der gaten een veel grotere hoeveelheid springstof dan de grenslading bepaald met de mortier.

Bij geen enkel dezer proefnemingen werd mijngasontvlaming verwekt, wat nogmaals de goede hoedanigheid van onze S.G.P. - springstoffen bevestigde.

Welnu, in de Belgische mijnen is het toch gebeurd, dat ontvlamingen werden veroorzaakt ter gelegenheid van de afvuring van twee of drie patronen, die, blijkbaar althans, op correcte wijze waren aangezet en met reglementaire opstopping waren geladen. Moest men zulks telkens ten laste leggen van de springstof?

Wij geloven dit niet. In sommige gevallen immers vertoonde de schietlijn zulke beschadigingen, dat de tussenkomst van elektrische vonken, die konden overspringen tussen de ontblote geleiders, niet kon uitgesloten worden.

Deze vonken, zelfs bij een kleiner stroomdebiet dan vereist voor de afvuring van mijnen, bezitten altijd voldoende energie om mijngasluchtmengsels te ontsteken.

Om deze reden kan men niet genoeg zorg besteden aan de correcte verwezenlijking van de schietkringen.

Deze verdenking van de schietlijnen nochtans liet ons niet toe, de springstof zelf te verwaarlozen en op afdoende wijze de hypothese van het ingebrekeblijven er van uit te sluiten.

Zo kwamen wij er toe de studie van het gebruik van kleine ladingen in rots opnieuw aan te vatten m. a. w. van kleinere

(1) Zie Ad. Breyre. Rapport sur les travaux de 1931, bl. 20 en volgende «Annales des Mines de Belgique», Boekdeel XXXIII, Jaargang 1932.

ladingen dan de grenslading en soms maar bestaande uit 2 of 3 patronen.

Zo hervatten wij de proefnemingswijze die vroeger door het station te Derne (Duitsland) werd gevolgd voor navorsingen, waarover in 1933 Beyling en Schultze-Rhonhof (1) een interessante mededeling publiceerden.

Hun navorsingen vertonen zoveel overeenstemming met de onze, dat wij niet kunnen nalaten hun waarnemingen in het kort te herinneren.

b) Navorsingen van het Proefnemingsstation te Derne.

Ze geschieden voornamelijk met de twee volgende formules.

	Wetter- Detonit B	Wetter- Wasagit B
Ammoniumnitraat	72	30,5
Nitroglycerine	4	28,5
Binitrotolueen	2	—
Gelose	—	0,7
Houtmeel	3	0,3
Talk	—	0,5
Kaliumchloride	19	—
Natriumchloride	—	39,5

Deze springstoffen worden gebruikt onder vorm van patronen van 100 gr met een diameter van 30 mm. De grenslading er van, bepaald met de mortier, is tenminste 450 gr. In het loden blok (Trauzlproef) geven zij een uitwijding van 240 cm³ of minder.

Ladingen werden met of zonder opstopping in mijngaten

(1) Untersuchungen über die Schlagwettersicherheit von Wettersprengstoffen unter betriebmässigen Bedingungen door Beyling en Schulze-Rhonhof. Een uitvoerige commentaar van de hand van Ad. Breyre over deze mededeling verscheen in de «Annales des Mines de Belgique», Boekdeel XXXIV, Jaargang 1933, bl. 713.

geplaatst, die geboord waren hetzij in zandsteen, hetzij in schiefersteen en afgevuurd bij aanwezigheid van mijngas-lucht met 9,5 % methaan.

Verschillende wijzen van aanzetting werden gevolgd :

Aanzetting aan de voorkant : het slagpijpje in het voorste uiteinde van de laatst in het mijngat geplaatste patroon;

Binnenaanzetting : het slagpijpje in de achterkant van de voorlaatste patroon;

Aanzetting aan de achterkant : het slagpijpje in het achterste uiteinde van de eerst in het mijngat geplaatste patroon.

De twee laatste aanzettingswijzen zijn in België gewoonlijk niet gebruikt. De tweede wordt regelmatig gevolgd in het Ruhrbekken.

Eindelijk hebben de onderzoekers hun uitslagen gerangschikt volgens het door de lading geleverde springwerk. Ze onderscheidden aldus :

- mijnen zonder opstopping die geen springwerk leverden,
- mijnen zonder opstopping die springwerk leverden,
- mijnen met opstopping die springwerk leverden,
- mijnen met opstopping die geen springwerk leverden.

Wetter-Donit B.

a) Mijnen zonder opstopping die geen springwerk leverden.

De springstof heeft mijngasontvlammingen verwekt (9 op 105 afvuringen) met de binnenaanzetting, wanneer de lengte van de vrije ruimte vóór de lading begrepen was tussen 10 en 30 cm.

Met de aanzetting aan de achterkant, werden 2 ontvlammingen geboekt op 27 afvuringen en met de aanzetting aan de voorkant 4 op 159 afvuringen.

Deze 4 ontvlammingen, die bekomen werden met de aan-

zetting aan de voorkant, deden zich in de volgende omstandigheden voor :

- 2 patronen, 4 cm vrije ruimte;
- 3 patronen; 60 cm vrije ruimte;
- 4 patronen; 11 cm vrije ruimte;
- 6 patronen; 27 cm vrije ruimte.

b) Mijnen zonder opstopping die springwerk leverden.

Van de 60 afvuringen met aanzetting aan de voorkant, veroorzaakten er zes ontvlammingen, namelijk :

- 2 patronen, 0 cm vrije ruimte;
- 2 patronen, 4 cm vrije ruimte;
- 2 patronen, 26 cm vrije ruimte;
- 3 patronen, 22 cm vrije ruimte;
- 4 patronen, 0 cm vrije ruimte;
- 6 patronen, 17 cm vrije ruimte;

Er deed zich geen enkele ontvlamming voor met ladingen van anderhalve patroon of van meer dan zes patronen.

c) Mijnen met opstopping die geen springwerk leverden.

Geen enkele ontvlamming, zelfs niet met binnenaanzetting (gevaarlijkste aanzettingswijze), wanneer de opstopping 2 cm bedroeg.

d) Mijnen met opstopping die springwerk leverden.

Er werden slechts drie ontvlammingen geboekt, namelijk :

- 2 patronen, opstopping 14 cm ;
- 2 patronen, opstopping 19 cm ;
- 5 patronen, opstopping 28 cm.

Al deze patronen kwamen voort van dezelfde partij springstof, wat liet veronderstellen dat de samenstelling niet normaal was.

Geen enkele der andere proeven (in het totaal 76), die met patronen voortkomend van andere partijen van dezelfde

springstof en met opstopping werden uitgevoerd, werd gevolgd door ontvlaming of nu de aanzetting aan de voorkant of de binnenaanzetting was verwezenlijkt.

Wetter-Wasagit B.

a) Mijnen zonder opstopping die geen springwerk leverden.

Uitslagen met aanzetting aan de voorkant :

Met één patroon en een vrije ruimte, die korter was dan 10 cm, vóór de lading volgde regelmatig de ontvlaming.

Met twee patronen volgde de ontvlaming wanneer de vrije ruimte vóór de lading 10 cm lang was, maar niet, wanneer die ruimte 12 cm bereikte.

Vier patronen met er vóór een ruimte van 36 cm. hebben ééns ontvlaming veroorzaakt. Sterkere ladingen hebben zulks niet meer gedaan.

De binnenaanzetting leidde vaker tot ontvlaming, welk ook het aantal patronen was en dat vooral, indien de vrije ruimte vóór de lading korter was dan 20 cm.

Met de aanzetting aan de achterkant werd één ontvlaming waargenomen bij afvuring van twee patronen.

b) Mijnen zonder opstopping die springwerk leverden.

Al deze mijnen werden afgevuurd met aanzetting aan de voorkant.

De ladingen die het mijngas ontstaken bestonden uit meer dan twee patronen en lagen verder dan 10 cm van de opening van het mijngat.

c) Mijnen met opstopping.

Geen enkele ontvlaming wanneer de opstopping langer was dan 4 cm.

Met 2 cm opstopping en één patroon, werden drie uitblazende schoten bekomen en deze werden gevolgd door ontvlaming. Zelfs met deze tot weinig herleide opstopping

verwekten ladingen van 2 patronen en minder geen ontvlaming.

Samenvattend kunnen wij zeggen dat Beyling en Schulze-Rhonhof bij hun proefnemingen in hun steengang ontvlamingen hebben geboekt voor veel kleinere ladingen dan de grenslading, die met de mortier werd bepaald. Uit hun proefnemingen blijkt zelfs dat de kleine ladingen (1 tot 3 patronen) de gevaarlijkste zijn vooral diegenen, die zonder opstopping springwerk leveren.

Deze onderzoekers constateerden insgelijks dat de aanwezigheid van een opstopping, zelfs van een kortere dan die welke voorgeschreven is, de ontvlaming verhindert, welk ook de plaats van het slagpijpje in de lading weze.

Ten gevolge van hun navorsingen, stelden Beyling en Schulze-Rhonhof een mechanisme voor dat de tussenkomst van kleine springstofdeeltjes doet veronderstellen, die, na aan de ontploffing ontsnapt te zijn, buiten het mijngat worden geslingerd; de ontvlaming zou gebeuren wanneer deze tot ontbinding komende springstofdeeltjes in het ontvlambaar mengsel dringen; van hun plaats ten opzichte van de verbrande en door de ontspanning afgekoelde gassen zou het gevolg van de afvuring afhangen.)

Indien men deze uitleg aanvaardt kan men gemakkelijk de overwegende invloed begrijpen van de lengte der vrije ruimte vóór de lading, van de plaats van het slagpijpje en van de stevigheid der opsluiting.

De negatieve uitslagen, die geboekt werden met sterkere ladingen zouden kunnen verklaard worden door een drukvermeerdering, waardoor de ontbinding van de springstof bevorderd wordt, alsmede door het groot volume der verbrandigsgassen dat als een scherm zou werken.

Wij zullen niet verder uitweiden over de gevolgtrekkingen welke deze Duitse onderzoekers hebben gemaakt; wat wij

gezegd hebben volstaat om het belang te laten blijken van afvuringen in rots.

De proefnemingen die wij aangevat hebben in onze galerijen van „ Bois de Colfontaine “ hebben dus tot doel na te gaan of onze S.G.P. - springstoffen tot dezelfde afwijkingen leiden als de Duitse springstoffen.

We bedoelen hier door afwijkingen, de ontvlammingen die verwekt worden door ladingen welke veel kleiner zijn dan de met de mortier bepaalde grensladingen, dus, voor onze springstoffen, 900 gr.

We kunnen niet voorzien welke de uitslagen van onze proefnemingen zullen zijn, maar, onder de in België toegelaten formules, was er een minder veilig in rots dan in de mortier; we zullen deze formule verder bestuderen met het oog te schrappen van de lijst der toegelaten S.G.P. - springstoffen, of de samenstelling er van te wijzigen.

Hier volgt de beschrijving van onze galerijen van „ Bois de Colfontaine “, alsmede de werkwijze die werd aangenomen om de proefnemingen te verwezenlijken.

c) Galerijen van Bois de Colfontaine, Werkwijze.

Wij werkten in de twee galerijen van „ Bois de Colfontaine “.

De eerste (galerij 1) is een zuidelijk lopende, bijna rechte steengang van 69 m lengte, die doorheen lagen schiefergesteen werd gedolven. De tweede (galerij n° 2) is een gang van 45 m lengte, die volgens de richting van de lagen in oostelijke richting gedolven werd in harde zandsteen en waarop een zuidelijke dwarssteengang volgt, insgelijks in harde zandsteen gegraven.

Om het werk zoveel mogelijk te vereenvoudigen hebben wij de werkfronten zo dicht mogelijk bij de toegangsopeningen gekozen. In de galerij n° 1 hebben wij, 8 m van de ingang,

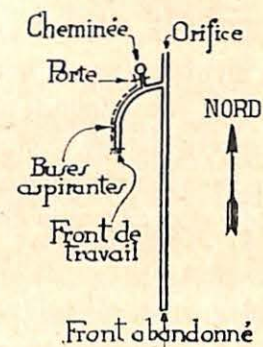


Fig. 2.

volgens de richting van het gesteente naar het Westen toe een gang geopend die langzamerhand in een dwarssteengang overgaat.

In de galerij n° 2, werd 9 m van de ingang een dwarssteengang aangesneden in noordelijke richting.

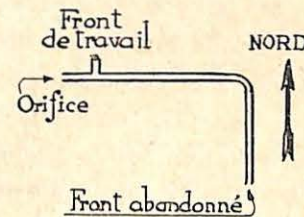


Fig. 3.

In de galerij n° 1 hebben wij insgelijks een verluchttingskring verwezenlijkt : een doortocht van ongeveer 6,50 m uitmondend in een schouw in plaatijzer van 40 cm diameter en 4 m hoogte die vertikaal op de helling van het gesteente is geplant.

Naarmate de delvingswerken vorderen, wordt een leiding van zuigende kokers verlengd die vanaf de doortocht tot bij het werkfront gaat.

Fig. 2 en 3 geven de huidige toestand van onze beide proefnemingswerkplaatsen.

De ondersteuning wordt gevormd door metalen bogen die

uit twee delen, gemaakt van dubbel-T-profielen, bestaan en verbonden worden met lasplaten en bouten. Ze wordt volledig met een bekleding van knuppels en oude platen; zo blijft er voor de galerij een nuttige doorsnede van 3 m².

De gaten worden geboord met een racagnac in de galerij n^o 1 (schiefersteen) en van perslucht in de galerij n^o 2 (harde zandsteen).

Voor elke proefneming wordt als volgt gewerkt :

Nadat de lading in het mijngat geplaatst werd, wordt het gedeelte van de galerij bij het werkfront door een sterk papieren schot afgezonderd. Dit schot zit vast op latten, die op kepers worden genageld welke aan de ondersteuningsramen zijn bevestigd. (Dit schot wordt verplaatst na 6 of 10 proefnemingen volgens de vooruitgang van het delvingswerk.)

Vervolgens wordt mijngas in de afgesloten ruimte ingelaten. Te dien einde is op de bodem der galerij en achter het papieren schot een buis met gaatjes geplaatst, die door een gummi slang met een stalen fles verbonden is. Deze fles staat buiten de afgesloten ruimte en is gevuld met mijngas onder een drukking van 60 à 150 kg/cm² volgens het te verwezenlijke volume mengsel. Wanneer de fles leeggestroomd is, wordt er met het oog op latere ontleding, een monster van het mengsel genomen. Hiervoor wordt een lange koperen buis gebruikt, die doorheen het papieren schot steekt tot dicht bij het werkfront.

Herhaaldelijk hebben wij vastgesteld dat het mengsel goed homogeen was. Dit hebben wij kunnen doen ondermeer wanneer het papieren schot op 4 m afstand van het werkfront stond; tussen de methaangehalten op 2 m en op 3 m afstand van het schot bedroeg het verschil geen 0,25 %.

Nadat het monster genomen is, wordt de lading afgevuurd. Wanneer er ontvlaming van het mijngas volgt, blaast er plots een hevige wind uit de opening van de galerij; daarna

volgt er een zuiging, die de toegangsdeuren van de galerij plots sluit.

Bundeltjes genitreerd katoen, product dat zeer licht ontvlamt, die aan de ondersteuning zijn opgehangen, tonen insgelijks aan of het mengsel al dan niet door de afvuring werd ontstoken, alsmede hoe ver de vlam zich heeft uitgebreid.

d) Proefnemingen verwezenlijkt in 1947.

Onze studie werd eerst op het einde van het jaar begonnen; vandaar, dat wij nog niet genoeg proefondervindelijke vaststellingen hebben kunnen doen om reeds een overzicht te kunnen geven van de veiligheid geboden door kleine ladingen.

Tot op heden hebben wij 65 afvuringen gedaan, namelijk 58 ladingen Flammivore, Nitrocooppalite en Triamite in de galerij n^o 1;

7 ladingen Triamite in de galerij n^o 2.

In de galerij n^o 1 bestonden de ladingen uit 2 tot 8 patronen; ze werden afzonderlijk afgevuurd, het merendeel zonder opstopping en met de aanzetting aan de achterkant. De ligging der mijngaten ten opzichte van de vrije oppervlakten veranderde volgens de vooruitgang van het delvingswerk; alle gevallen, die praktisch bij echt springwerk worden tegengekomen, werden zo verwezenlijkt : kernmijnen (een vrije kant), nabraakmijnen (twee of drie vrije kanten).

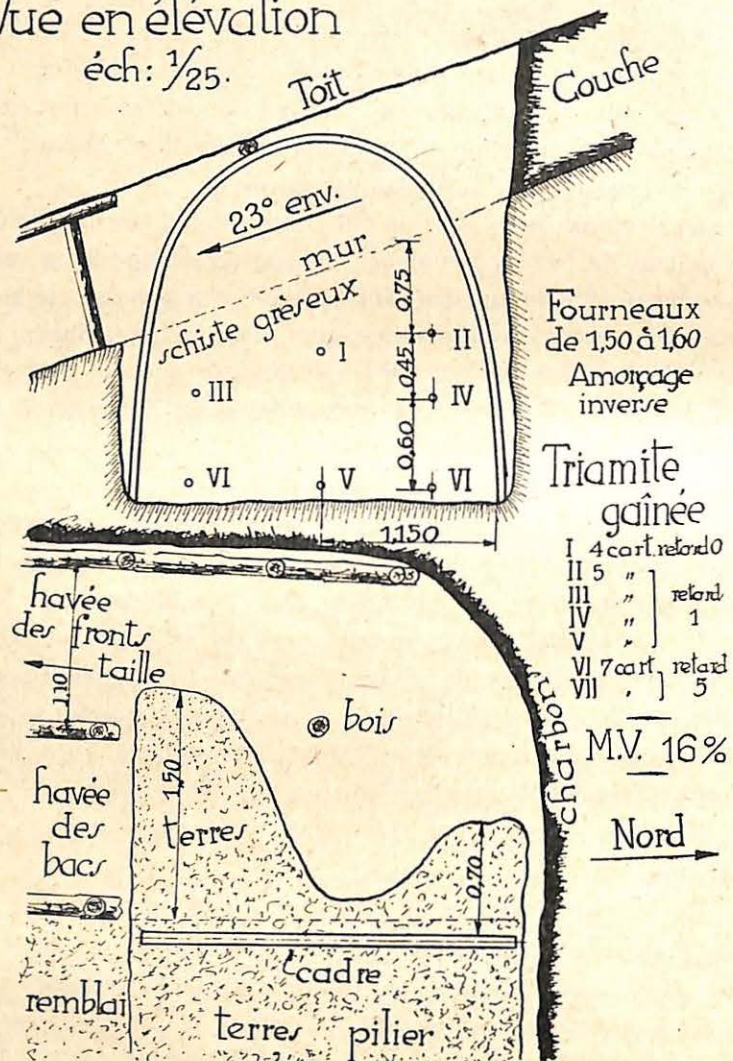
Bij geen enkel dezer afvuringen werd ontvlaming van mijngas verwekt.

De proefnemingen in de galerij n^o 2 hadden als voorwerp de studie van de mijngasontvlaming die zich op 29 November 1947 in de bedrijfzetel St-Charles van de kolenmijnen van „ Bois du Cazier “ voordeed.

Volgens de verklaringen van de schietmeester, waren er 7 mijnen gegraven in het strekkende van de laag in de luchtkeergalerij van de werkplaats „ Gros Pierre “ op de verdieping van 835 m. De mijnen waren geplaatst zoals aangeduid op de schets fig. 4.

Vue en élévation

éch: 1/25.



Vue en plan

éch: 1/25

Fig. 4.

Er werd ommantelde Triamite gebruikt. De ladingen waren als volgt gevormd en aangezet :

Mijngat I : 4 patronen, momentslagpijpje;

Mijngaten II tot V : 5 patronen, tijdslagpijpje met vertraging 1;

Mijngaten VI en VII : 5 patronen, tijdslagpijpje met vertraging 5.

De slagpijpjes zaten in het achterste gedeelte van de laatst geplaatste patronen (binnenaanzetting).

De schietmeester ontstak de ladingen en deze sprongen in drie verschillende slagen. Tussen de tweede en de derde deed er zich een mijngasontvlaming voor, waardoor een van de arbeiders, die in de luchtkeergalerij stonden, ernstig gewond werd.

Na het ongeval deed de met het onderzoek belaste ingenieur de volgende vaststellingen.

Alleen de ladingen III en VII hadden normaal springwerk verricht; ze hadden het gesteente verbrijzeld over een diepte 1,60 m.; de andere hadden alleen het strekkende gespleten over 30 à 40 cm dikte.

Van de mijnoven n° I was er nochtans geen spoor te vinden; de andere waren onbeschadigd gebleven over grote lengten :

85 cm voor de mijnoven II,

105 cm voor de mijnoven IV,

75 cm voor de mijnoven V,

135 cm voor de mijnoven VI.

Uit het achterste van het mijngat V, werd een weinig van een wit, vochtig product gehaald dat springstof scheen te zijn.

Wij hebben de schietleiding (lengte 47 m) onderzocht alsook het ontstekingsstoestel, zonder het minste teken te

vinden dat zou kunnen doen geloven aan de tussenkomst van dit tuig in het ongeval.

De isolering van de schietleiding was over de ganse lengte verkoold, normaal gevolg van de ontvlaming.

De uitslag van de ontleding der springstof week zeer weinig af van de normale samenstelling.

Voor onze proefnemingen in de galerij n^o 2 (harde zandsteen) hebben wij niet ommantelde Triamite gebruikt met binnenaanzetting; wij hebben afzonderlijke ladingen en gelijktijdig af te vuren ladingen doen ontploffen in de volgende omstandigheden :

1^o afvuring :

1 kernmijngat, 5 patronen, tijds slagpijpje 1, 4 cm opstopping; 2 nabraakmijnen op 46 en 38 cm afstand van de vrije oppervlakte, 4 patronen, tijds slagpijpje 3, 7 cm opstopping. Methaangehalte : 7,25 %.

2^o afvuring :

2 nabraakmijnen op 30 cm afstand van de vrije oppervlakte, 5 en 6 patronen, tijds slagpijpjes 1 en 3, 3 en 10 cm opstopping. Methaangehalte : 9,0 %.

3^o afvuring :

1 kernmijn, 4 patronen, geen opstopping, vrije ruimte in het boorgat tussen de lading en de opening 96 cm. Methaangehalte : 8,75 %.

4^o afvuring :

1 kernmijn, 5 patronen, 22 cm opstopping. Methaangehalte : 8,25 %.

5^o afvuring :

2 nabraakmijnen op 27 cm afstand van de vrije oppervlakte, 4 en 5 patronen, tijds slagpijpjes 1 en 3, geen opstopping, vrije ruimte tussen de lading en de opening van

het mijngat 25 en 19 cm (beide gaten zijn in zeer gespleten gesteente geboord). Methaangehalte : 8,75 %.

6^o afvuring :

2 nabraakmijnen op 42 cm van de vrije oppervlakte, 7 en 3 patronen, tijds slagpijpjes 1 en 3, geen opstopping, de voorkant van de ladingen valt gelijk met de opening van het mijngat. Methaangehalte : 9 %.

7^o afvuring :

2 nabraakmijnen, 4 en 5 patronen, tijds slagpijpjes 1 en 2, geen opstopping, vrije ruimte tussen de lading en de opening van het mijngat 54 cm. Methaangehalte : 9 %.

In geen enkel geval werd mijngasontvlaming verwekt.

In 't kort, de 65 proefnemingen, die in 1947 uitgevoerd werden, hebben tot negatieve uitslagen geleid.

In de galerij n^o 1 (schiefergesteente), heeft elke afvuring veel fijn stof opgejaagd, dat bij het houwfront bleef zweven onder de vorm van een wolk en dat gedeeltelijk teruggevonden werd als neerslag op de ondersteuning.

Men kan zich afvragen of dit inert stof niet dezelfde rol speelt als de hulsstof, m. a. w. de mijngasontvlaming helpt voorkomen.

Er werd niets gelijkaardig opgemerkt in de galerij n^o 2 (harde zandsteen). Daarom zullen wij er in het vervolg al onze afvuringsproeven in mijngas uitvoeren.

* * *

V. Studie der tijds slagpijpjes.

De uitbreiding van het springwerk met tijds slagpijpjes rechtvaardigen de lange en nauwkeurige navorsingen, die wij elk jaar in verband met deze slagpijpjes doen.

Ons nazicht slaat hoofdzakelijk op de gevoeligheid der ontstekers en op de regelmatigheid van het afgaan der slag.

pijpjes : twee doorslaggevende factoren voor de correcte uitvoering van springwerk.

Hier volgen de uitslagen van proefnemingen, die wij met twee verschillende fabricaties uitvoerden.

a) **Slagpijpjes van de « Nobel Explosives Cy », te Glasgow.**

De slagpijpjes van deze firma werden reeds bestudeerd in 1945 en het gebruik er van werd toegelaten door de Algemene Directie van het Mijnwezen.

Nochtans, om een gebrek aan gevoeligheid der ontstekers te verhelpen, achtten wij het nuttig het aantal slagpijpjes, dat in één schietkring mag ingeschakeld worden, te beperken.

Wijzigingen aan de manier, waarop de geleiders in het pijpje vastgewurgd zijn, en aan de samenstelling van de ontsteker rechtvaardigden een nieuw onderzoek.

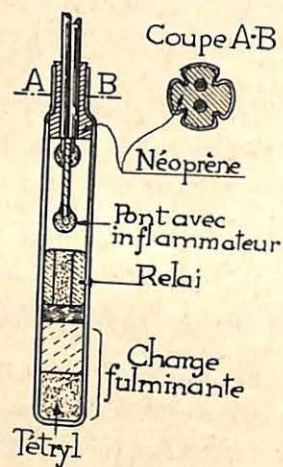


Fig. 5.

Bij het nieuwe fabricaat, gaan de geleiders doorheen een opening in een stop van neopreen van 10 mm lengte, die in het koperen buisje vastgewurgd zit. (Bij de in 1945 onderzochte slagpijpjes zaten de draden vast in een loden stop.)

Wij hebben de volgende opzoekingen gedaan :

1° **Bepaling van de minimum ontstekingsstroom.**

Eén ampère volstaat om weigeringen uit te sluiten. Voor deze stroomsterkte hadden de slagpijpjes van de fabricatie, die in 1945 bestudeerd werd, weigeringen gegeven.

2° **Nazicht van de regelmatigheid van het afgaan der slagpijpjes.**

Dit nazicht geschiedde volgens de gewone methode : registrering door middel van een oscillograaf van de geluidsgolven door de verschillende vertragingen bij het afgaan verwekt.

In het totaal gebruikten wij 74 slagpijpjes : 16 met vertraging I, 14 met vertraging III, 15 met vertraging V, 14 met vertraging VII en 15 met vertraging IX.

Systematisch werd de stroom onder 1 ampère gehouden, namelijk tussen 0,79 en 0,92 ampère.

Hier volgen de globale uitslagen van dit nazicht.

TABEL IV

	Slagpijpjes met de vertraging				
	I	III	V	VII	IX
Gemiddelde					
der vertragingen	0,521	1,414	2,599	3,421	4,598
Maximum vertraging	0,600	1,500	2,750	3,500	4,520
Minimum vertraging	0,425	1,540	2,440	3,560	4,290
Verskil tussen					
de uitersten	0,175	0,160	0,510	0,140	0,250
Grootste afwijking					
van de gemiddelde					
vertraging	0,096	0,086	0,159	0,079	0,122
Minimum ver- gingsverschil tussen	Minimum vertraging 5 — Maximum vertraging 1	0,74			
twee opeenvolgen- de vertragingen	» » 5	» » 5	» » 5	» » 5	0,91
	» » 7	» » 7	» » 7	» » 7	0,61
	» » 9	» » 9	» » 9	» » 9	0,70

Deze cijfers vertonen kleinere afwijkingen dan deze bekomen in 1945.

3° Nazicht van de stevigheid der vastwurging.

Om dit nazicht te doen hebben wij een bankschroef gebruikt bestaande uit twee stukken hout die verbonden waren met een scharnier.

Het slagpijpje werd in de schoef vastgezet en de proefner oefende een trekkracht uit op de draden.

20 slagpijpjes werden aldus beproefd. Telkens braken de draden maar geen enkele keer ontplofte het slagpijpje.

4° Proef van de dichtheid van de vastwurging.

Tien slagpijpjes bleven gedurende 21 uren ondergedompeld onder 2 m water. Er werd daarna vastgesteld dat noch de ohmse weerstand, noch de gevoeligheid voor de ontstekingsstroom waren gewijzigd.

Vier slagpijpjes, die in serie geschakeld waren, zijn ontploft bij een stroom van 0,88 ampère; de zes andere, bij een stroom van 0,89 ampère.

Besluit.

Onze nieuwe proefnemingen tonen aan dat de tijdslagpijpjes der nieuwe fabricatie van de „ Nobel Explosives Cy “ beter zijn dan die welke bestudeerd werden in 1945.

Bijgevolg mogen de slagpijpjes van dit nieuwe type, dat we kunnen aanduiden met de benaming „ slagpijpjes met wurgstop in neopreen “, gebruikt worden in plaats van deze met loden wurgstop die in 1945 werden toegelaten. Het verbod, in dezelfde schietkring gelijktijdig even en oneven vertragingen te gebruiken moet nochtans gehandhaafd blijven. Wat de minimum ontstekingsstroom betreft, hebben onze proefnemingen echter aangetoond dat één ampère volstaat om weigeringen te vermijden.

b) Slagpijpjes van de firma Dupont de Nemours.

Deze slagpijpjes worden in elf nummers, van 0 tot X, gefabriceerd; de nummers geven de tijd aan die verloopt tussen de doorgang van de stroom en de ontploffing.

We konden aan de Algemene Directie van het Mijnwezen niet voorstellen ze voor het gebruik in de mijnen toe te laten om de volgende redenen : overdreven lengte van de koperen buisjes, onregelmatig afgaan der slagpijpjes en overdreven vertragingen voor de nummers boven V.

Ziehier de lengten van de buisjes voor vier vertragingen.

N ^r van het tijdslagpijpje	Lengte van het buisje in mm.
V	70
VII	85
IX	105
X	120

Het slagpijpje n^o X is bijna evenlang als een springstofpatroon.

De bepaling van de ontploffingstijden heeft tot de uitslagen geleid, die in tabel V zijn aangeduid.

TABEL V

Nummer der vertragingen	Gemiddelde vertraging in sec.	Kleinste vertraging	Grootste vertraging	Vershil tussen de kleinste en de grootste vertraging
I	1.14	0.95	1.25	0.50
II	2.28	2.11	2.58	0.47
III	5.55	2.90	5.56	0.66
IV	4.55	4.27	4.74	0.47
V	6.45	5.61	7.20	1.59
VI	8.25	7.8	8.9	1.1
VII	10	9.8	10.2	0.4
VIII	12	11.2	12.8	1.6
IX	14.2	15.0	15.0	1.4
X	16.5	15.8	17.2	1.4

Uit deze tabel blijkt :

1^o Dat de verschillen tussen opeenvolgende nummers groter zijn dan 1 seconde derwijze dat de vertraging V meer dan 5 seconden bedraagt, vertraging die, naar ons oordeel, niet mag overschreden worden in mijngashoudende of stoffige mijnen.

Volgens sommige Engelse techniekers, zou de maximum duur van het springen van mijnen, die ineens afgevuurd worden, zelfs vier seconden niet mogen overschrijden (Colliery Guardian van 3 October 1947).

2^o Dat de afwijkingen van de ontploffingstijden van de

gemiddelde voor een zelfde vertraging van de orde van $\frac{1}{2}$ seconde zijn voor de nummers II en IV, en zelfs van meer dan 1 seconde voor de nummers V tot X. Men kan dus aannemen dat mijnen, die met eenzelfde vertraging zijn aangezet, niet gelijktijd zouden kunnen ontploffen wanneer er veel samen worden afgevuurd.

Het risico van onontpofte gedeelten van ladingen achter in de boorgaten en van onvolledige werking der ladingen is dus veel groter dan met de in België tot nu toegelaten tijdslagpijpjestypen.

B. — STUDIE VAN HET CARDOX-PROCEDE.

Dit procédé benuttigt, zoals men weet, de vervluchtiging van vloeibaar koolzuur om gesteente van middelmatige hardheid te verbrijzelen zoals kolen of schiefersteen. In sommige gevallen kan het dus in plaats van springstoffen aangewend worden.

In de stalen buis, die in het mijngat wordt gestoken, zit vloeibaar koolzuur en een verwarmingspatroon. Een van de uiteinden der buis is dichtgemaakt met een gekalibreerde stalen plaat.

De hevige verbranding van de patroon onder de hevige drukking die in de buis heerst, verwekt een schokgolf, die zich doorheen het fluidum in de buis voortplant en de afsluitingsplaat breekt.

Het koolzuur vloeit alsdan in het mijngat en in de barsten van het gesteente er rond en verbrijzelt, door plotseling te vervluchtigen, de steenmassa.

Reeds in 1936 werden de Cardox-buizen in het Nationaal Mijninstituut onderzocht en het gebruik er van in mijngas-

houdende mijnen werd, bij een beslissing van de Algemene Directie van het Mijnwezen (1), toegelaten.

Werkelijke belangstelling vanwege de exploitanten voor dit procédé bleef echter uit tot in 1946.

We hebben van die gelegenheid gebruik gemaakt om nieuwe proefnemingen te doen, die overigens gerechtvaardigd werden door sommige wijzigingen in de verwarmingspatroon aangebracht.

In 1936 was die patroon aangezet met een ontsteker met poedervormige sas bestaande uit het volgende mengsel :

Natriumchloraat	72
Natriumnitraat	15
Paraffine	8
Zwavel	2
Kolen	3

In volle mijngas afgevuurd hadden de buizen slechts ontsteking verwekt mits de volgende abnormale voorwaarden terzelfdertijd verwezenlijkt waren :

- a) volledige afwezigheid van koolzuur;
- b) vermeerdering van de lading van de verwarmingspatroon (220 gr in plaats van 100 gr);
- c) vermindering van de dikte der afsluitingsplaat tot 1,3 mm tegenover 3,6 mm door de fabrikant als minimumdikte aangeduid.

In normale ladingsomstandigheden, schept het vrijgemaak-

(1) Op bl. 34 van het Verslag over de werken in 1936 « Annales des Mines de Belgique », Boekdeel XXXVIII, Jaargang 1937, wordt een uitvoerige beschrijving, met schetsen, van de Cardox-buis gegeven.

te koolzuur vóór de vlam van de verwarmingspatroon een dovende atmosfeer, die het overslaan dezer vlam op het mijngasmengsel belet.

De buis Type B - 37, die wij in 1947 bestudeerden komt, in principie, overeen met die welke in 1936 werd toegelaten. De afsluitingsplaat is ofwel 2,78 mm ofwel 3,57 mm dik. Volgens het geval wordt de breuk er van verwekt door een statische druk van 1890 of van 2.362 kg/cm².

De verwarmingspatroon weegt in het totaal 100 gr; hij bestaat uit een brandbaar chloraatmengsel genaamd „ Heatox D “ en uit een ontsteker gevormd door een nichrome-draad die in een sas van chloraat en kolen zit.

Zoals wij hoger zegden, waren de wijzigingen aan de verwarmingspatroon de voornaamste reden waarom wij het nuttig achtten een nieuwe studie te doen.

Wij deden voorafgaande proefnemingen met de verwarmingspatroon alleen en deze toonden aan dat zij in open lucht niet tot ontvlaming kon worden gebracht. Wij hebben de spanning, die wij op het elektrisch ontstekingsmiddel toepasten, tot 175 V opgedreven zonder er in te gelukken de patroon te ontsteken.

Volgens de fabrikant is de ontsteking maar alleen mogelijk wanneer de brandbare sas opgesloten zit in gelijkaardige voorwaarden als deze, die verwezenlijkt zijn bij de afvuring in geval van normaal gebruik.

Wij hebben inderdaad kunnen vaststellen (zie tabel VI), dat de werking van de Cardox-buis afhangt van de hoeveelheid koolzuur die er bij de lading wordt ingedaan.

TABEL VI

Gewicht koolzuur in gr.	Vaststellingen
609	De afsluitingsplaat wordt weggerukt; de verwarmingspatroon is volledig verbrand.
495	Idem.
397	De afsluitingsplaat is niet doorgesneden; de patroon is nochtans volledig verbrand.
312	Idem.
198	Idem.
99	De afsluitingsplaat is niet doorgesneden; de patroon is onbeschadigd.
0	Idem.

Deze vaststellingen werden gedaan in de loop van 20 proefnemingen; elf dezer werden uitgevoerd in mijngas onder meer deze, ten getale van vier, waarbij de plaat werd doorgesneden.

Voor deze proefnemingen was de buis horizontaal op de aslijn van de ontploffingskamer van onze proefnemingsgalerij geplaatst in een mijngasatmosfeer met 9 % methaan.

In geen enkel geval ontvlamde mijngas.

Tengevolge van deze proefnemingen werd de Cardox-buis type B - 37 voor het gebruik in de mijnen toegelaten bij Beslissing 13 D/6167, van 11 Juni 1947, van de Algemene Directie van het Mijnwezen.

C. — STUDIE VAN HET MIJNGASVEILIG ELECTRISCH MATERIEEL

Mijngasveilige elektrische toestellen.

In de loop van het jaar 1947 hebben wij aan de Algemene Directie van het Mijnwezen voorgesteld 40 elektrische toestellen toe te laten namelijk: 12 motoren, 2 transformatoren, 3 automaten-omschakelaars, 13 bedieningskastjes, 1 ondersnijmachine, 2 boormachines, 3 lasdozen, 1 electropneumatische kwikdamplamp, 1 armature voor fluorescerende verlichtingsbuis, 2 ohmmeters met droog element.

Onder deze toestellen zijn er, waarvan de bouw bijzonderheden vertoont op veiligheidsgebied; we zullen ze hier met aanduiding van enige details vermelden.

I. **Kwartstransformator type G 406 I** van de firma Merlin, te Grenoble, waarvan de toelating aangevraagd werd door de N. V. „Electromécanique“, te Brussel.

Het normaal vermogen van dit toestel is 150 KVA en de primaire en secundaire spanningen zijn respectief 5.000 en 550 Volt.

De elektrische onderdelen zitten bijna alle ingesloten in een parallelipedische kuip in gelast plaatijzer; de vrije ruimte in deze kuip is bijna helemaal met zuiver zand of gekalibreerde kwartskorrels gevuld.

Door deze bijzonderheid wordt de mogelijkheid van ontploffing uitgesloten, ontploffing die altijd te vrezen valt wanneer het diëlectricum olie is, omdat deze bij verwarming brandbare dampen ontwikkelt.

Om de vrijkomende calorieën, van de wikkelingen te verwijderen, zijn er metalen schermen met grote oppervlakte tussen de wikkelingen geplaatst die verlengd zijn tot in de golvingen van de plaat, welke de zijwand der kuip vormt.

Om het plaatsen van de onderdelen in de kuip alsmede dat

der metalen schermen en het vullen met kwarts te vergemakkelijken, zijn de magnetische kernen horizontaal en de schermen vertikaal geplaatst.

Boven in de kuip zijn er vier kijkglazen van 8 mm. dikte, die toelaten het peil van het zand in de kuip na te gaan.

2. Kastje voor afstandsbediening.

We hebben twee dergelijke kastjes van Engels fabrikaat onderzocht; ze zijn bestemd om toestellen te bedienen welke dikwijls moeten worden verplaatst : boor-, ondersnij-, laadmachines, enz.

De afstandsbediening van een beweegbaar toestel vergt, bij driephasige stroom, de aanwending van een plooibare kabel met gummiohulsel en vijf geleiders : drie geleiders voor de krachtoverbrenging, dus om de motor te voeden, een proefdraad en een nulgeleider die verbonden is met de aarde.

De verbinding van de kabel, zowel aan het toestel als aan het bedieningskastje, wordt verwezenlijkt door middel van een contactstop met hetzij vier pinnen, hetzij vier hulzen waaraan de drie geleiders voor krachtoverbrenging zijn verbonden alsmede de proefdraad. De aardgeleider is aan de massa van de contactstoppen, waarop de kabel eindigt, verbonden.

Wanneer de kabel in bedrijf is, is dus het buitenste van het verbruiktoestel door de aardgeleider met dat van het bedieningskastje verbonden; het buitenste van dit laatste nu veronderstellen wij op een doelmatige wijze met de aarde verbonden.

De controlekring, die het in gang en stil zetten van de motor moet verzekeren alsmede de bescherming tegen elektrische schokken, wordt onder lage spanning door een transformator gevoed. Deze kring bestaat uit de proefdraad, de aardgeleider, een relais en een schakelaar en wordt gesloten door het huis van het verbruikstoestel en het buitenste van het koffertje. De

transformator en het relais zitten in het bedieningskoffertje, terwijl de schakelaar in het motorhuis is ingebouwd.

Wanneer de kring door deze schakelaar gesloten wordt, wordt het relais opgewekt en deze bewerkt de inschakeling van de automaat die de motor in gang zet.

Het stilzetten wordt door de tegenovergestelde handeling verwezenlijkt, m. a. w. door de controlekring te onderbreken. Deze kring wordt insgelijks onderbroken, wanneer zonder meer een der contactstoppen wordt uitgetrokken.

Het is dus onmogelijk het toestel (ondersnij-, boormachine, enz.) te gebruiken, wanneer zijn massa niet met de aarde verbonden is.

Wanneer de stoppen niet goed in de stopcontacten raken (wat kan gebeuren indien deze met stof zijn bevuild), of, met andere woorden, wanneer een bijkomende weerstand in de controlekring wordt ingeschakeld en dus ook in de aardverbinding, wordt het relais niet voldoende opgewekt en derhalve de automaat niet ingeschakeld.

Het verbruikstoestel kan dus maar stroom ontvangen, wanneer zijn massa goed met die van het bedieningskoffertje verbonden is.

Dit afstandscontrolestelsel, zoals wij het beschreven hebben, beschermt het personeel voor elektrische schokken, die zouden kunnen voortspruiten uit een accidenteel onderspanning komen van de genaakbare delen van het verbruikstoestel. Deze bescherming zou nochtans onvolledig zijn, indien een kortsluiting ontstond in de kabel tussen de proefdraad en de aardgeleider. Hierdoor zou de controlekring bestending gesloten blijven en hierdoor de automaat ingeschakeld, of nu de contactstop van het kabeleinde uit de steekdoos op de machine getrokken werd of niet. (Herinneren wij dat die contactstop gemakkelijk genaakbare klemmen draagt wanneer de kabel losgekoppeld is.)

De firma Hugh Wood heeft dit gevaar verholpen door de schikking, die weergegeven wordt op fig. 6.

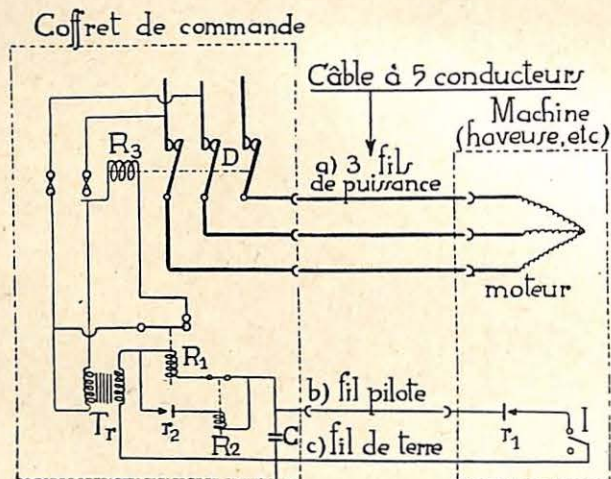


Fig. 6.

In de controlekring zijn nu twee gelijkrichters r_1 en r_2 (type oxymetaal) ingeschakeld, de ene in het verbruikstoestel, de andere in het bedieningskastje.

Wanneer de inrichting in bedrijf is, wordt het relais R_1 opgewekt, het relais R_2 daarentegen niet. (Dit geval is schematisch op de fig. voorgesteld.) Door het relais R_1 gaat immers de gegolfde stroom (een halve golf per periode) die de gelijkrichter r_1 doorlaat, terwijl door het relais R_2 geen stroom gaat; in de kring van dit relais zijn inderdaad twee gelijkrichters r_1 en r_2 ingeschakeld die de ene de eerste, de tweede de tweede halve periode tegenhouden.

De opwekking en de niet-opwekking van het relais R_3 van de automaat gaan steeds samen met die van het relais R_1 ; ze hangen dus af van de stand van de schakelaar I. De bediening van deze schakelaar verzekert of onderbreekt de voeding van de motor.

Wanneer er in de kabel zich een contact voordoet tussen de proefdraad en de aardgeleider, valt de gelijkrichter r_1 stil en de gegolfde stroom, die door de gelijkrichter r_2 gaat, wekt het relais R_2 op, relais dat de stroomkring van het relais R_1 opent, waardoor de automaat uitschakelt en de machine stil valt.

De controlekring wordt gevoed door een hulptransformator T_2 , die de netspanning herleidt tot 24 Volt.

De inrichting behelst ook een condensator C, die voor doel heeft de extra-onderbrekingsstroom op te slorpen en het risico te verminderen mijngas door de controlekring te ontsteken.

In de Engelse bedieningskastjes is er gewoonlijk nog een beschermingsdispositief tegen aardverliezen (core balance); dit werkt niet, tenzij het nulpunt van de transformator, die de voedingsstroom levert, met de aarde verbonden is, wat in België in het algemeen niet het geval is.

Dit dispositief is gevormd door een magnetische ring waarop drie spoelen zijn geplaatst, die elk op een fase zijn ingeschakeld, alsmede een relaispoel. Wanneer de fasen goed in evenwicht zijn, gaat er geen magnetische vloed door de kern. Indien echter in het gedeelte van het net voorbij het kofertje een fase met de aarde wordt verbonden, wordt door het verschil van belasting der fasen een magnetische vloed in de magnetische kern verwekt. Deze wekt een stroom op in de relaispoel en hierdoor wordt, door tussenkomst van een hulprelais, de automaat uitgeschakeld.

3. Boormachines : Het zijn draaiboormachines, die kunnen gebruikt worden in kolen en zachte schiefersteen en gebouwd zijn door de firma's „ Victor Products “, te Wallsend-on-Tyne en „ Hugh Wood “, te Gateshead-on-Tyne.

Deze machines zijn uitgerust met een asynchrone motor met kooianker, die gevoed wordt onder een spanning van

hetzij 125, hetzij 220 Volt met 50 periodes. De motorsnelheid is gewoonlijk 3.000 toeren per minuut; ze wordt door een planetarisch drijfwerk tot een waarde herleid die vereenbaar is met de normale aandrijving m. a. w. tot 300 à 500 toeren per minuut.

De firma „ Victor Products “ heeft sommige harer machines uitgerust met een motor die gevoed wordt met een frequentie van 150 periodes en draait met een snelheid van 9000 toeren per minuut. In dat geval wordt de driephasige stroom door een draaiende transformator geleverd; deze is in het bedieningskoffertje ingebouwd en wordt gevoed met de normale frequentie (50 periodes).

Deze boormachines zijn uitgerust met afstandsbediening; de voedingsstroom wordt derhalve onderbroken in geval de aardverbinding slecht wordt.

4. Ohmmeters met batterij : Deze toestellen dienen om de schietkringen na te zien. De stroombron bestaat uit een droge batterij zoals die der zaklampen.

De verschillende onderdelen worden beschermd door een doos in bakeliet en het toestel wordt gedragen in een lederen tas, die zo uitgesneden is dat men al de nodige handelingen en lezingen kan doen zonder het toestel er uit te nemen.

De kortsluitingsvonk ontsteekt het lichtgasluchtmengsel niet, alhoewel dit ontvlambaarder is dan gelijk welk mijngas-mengsel.

De veiligheid, welke deze toestellen bieden, steunt op het feit dat de aangewende spanningen en stroomsterkten uiterst zwak zijn.

Twee toestellen van dit soort werden toegelaten bij de beslissingen, 13 E/7099 van 24-12-1947 en 13 E/7104 van 9-1-1948, van de Algemene Directie van het Mijnwezen.

D. —OPZOEKINGEN NOPENS DE ONTVLAMMING VAN KNALGAS IN DE DRAAGBARE ELECTRISCHE LAMPEN.

(2^e mededeling)

α) Overzicht van de vorige opzoekingen.

In het verslag over de werken in 1946 (Annalen der Mijnen van België, Boekdeel XLVII, bladzijden 243 en volgende) hebben wij de incidenten aangehaald die deze opzoekingen wettigen.

In een lampenkamer van een kolenmijn van het bekken van Charleroi deed er zich, met 15 dagen tussenruimte, twee maal een ontploffing voor in een draagbare lamp met alkalische accumulator op het ogenblik dat men de lamp ontstak door de kop er van te draaien.

* Dergelijke ontploffing vereist natuurlijk de verwezenlijking van twee voorwaarden :

- 1^o de vorming van knalgas binnen in de lamp;
- 2^o de verwekking van een elektrische vonk die van zulke aard is dat zij het knalgas kan ontsteken.

De vorming van knalgas binnen in de lamp werd in 1946 uitvoerig bestudeerd; deze studie leidde tot de volgende vaststellingen:

Indien de accumulator geladen wordt volgens het regime dat er voor door de constructeur is aangeduid en indien de lamp lang genoeg open (deksel gescheiden van pot) blijft, laat ons zeggen gedurende drie uren, na de lading, is er geen knalgas binnen in de lampkop op het ogenblik dat de lamp ontstoken wordt.

Dit veronderstelt natuurlijk dat de kleppen, die op de bovenwand van de accumulator geplaatst zijn, zich volkomen vrij kunnen openen om de verwijdering van de tijdens het laden gevormde waterstof te verzekeren.

Het is het gebruik deze kleppen slechts weg te nemen om

electrolyt bij te vullen, maar niets verhindert de lampenisten op geregelde tijdstippen de goede werking er van na te zien.

Men bemerkt in de lampkop slechts de aanwezigheid van waterstof in noemenswaardige hoeveelheid na een overdreven lading, hetzij dat de ladingstijd en stroomsterkte merkkelijk groter waren dan deze aangegeven door de constructeur, hetzij dat dezelfde accumulator tweemaal achtereen een normale lading kreeg zonder tussenin ontbladen te zijn geworden.

Wat de ontladingstijd betreft, hebben wij het explosief karakter van de atmosfeer in de lamp kunnen aantonen in het geval van een te ver gedreven ontlading (gloeidraadje nog nauwelijks gloeiend). Hetzelfde hebben wij kunnen doen voor een lamp, die na uitdoving van het peertje lang gesloten gehouden werd, 21 uren 30 minuten in een geval, 30 uren in het andere.

In 't kort, de aanwezigheid van een ontplofbaar mengsel binnen in een draagbare elektrische lamp schijnt volkomen abnormale gebruiks- en onderhoudsvoorwaarden te vereisen. Hieronder dient verstaan het gebruik van batterijen, waarvan de platen het grootste gedeelte van de actieve vulling verloren hebben en die, uit dien hoofde, onmogelijk de electrolytische gassen kunnen absorberen en vasthouden.

Maar zoals wij vroeger reeds gezegd hebben, vergt de ontploffing de tussenkomst van een vonk of van een elektrische boog. Indien men de rechtstreekse aanraking tussen de twee klemmen van de accumulator of tussen twee onderdelen van de voedingskring uitsluit, blijven steeds de verrichtingen die men doet om de lamp te ontsteken of te doven over als mogelijke bron van vonken binnen in de lamp.

b) Proeven om knalgas te ontsteken door accumulatorvonken.

Indien de door de accumulator geleverde stroom onderbroken wordt tussen verende messingplaatjes in een waterstof-zuurstofmengsel, wordt de ontsteking door betrekkelijk zwak-

ke stroomsterkten verwekt; deze hangen af van de samenstelling van het mengsel en van de spanning der stroombron bij open stroomkring.

Gebruik makend van loden batterijen hebben wij vroeger de ontvlaming waargenomen voor de volgende minimale stroomsterkten en spanningen :

0,7 ampère, 6 volt, 3 in serie geschakelde elementen, mengsel met 66,66 % waterstof en 33,33 % zuurstof.

en

1,85 ampère, 4 volt, 2 in serie geschakelde elementen, mengsel met 29,33 % waterstof en 70,67 % zuurstof.

We hebben gelijkaardige proefnemingen gedaan met een alkalische lampbatterij (2 elementen).

De minimale stroomsterkten en spanningen, waarbij knalgasmengsels ontstoken werden, waren hierbij de volgende :

2,0 ampère, 2,6 volt, mengsel met 66,66 % waterstof en 33,33 % zuurstof;

1,6 ampère, 2,6 volt, mengsel met 33,33 % waterstof en 66,66 % zuurstof.

De zwakste stroomsterkten, waarbij knalgas werd ontstoken, namelijk 1,85 ampère (zure accumulator) en 1,6 (alkalische accumulator) benaderen dezelfde waarden als het gebruik van sommige draagbare lampen, terwijl de overeenkomende spanningen, 4 en 2,6 volt, de in België maximale toegelaten spanningen zijn.

Het dispositief nochtans dat bij de proefnemingen gebruikt werd (twee verende plaatjes in het gasmengsel) komt niet overeen met het stroomonderbrekingsmechanisme dat voor het aansteken en doven der gloeilampjes gebruikt wordt.

Om die reden leek het ons gewenst de ontstekingsproeven te herhalen in voorwaarden die beantwoorden aan die der werkelijkheid.

Wij hebben eerst een draagbare lamp met ronde pot gebruikt die wij als volgt hadden gewijzigd : het gloeilampje

en de beschermingsstolp waren weggenomen; twee geleiders waren met de binnenste onderdelen der lamp verbonden en lieten toe hetzij de batterij te laden, hetzij ze te ontladen zonder dat het nodig was het deksel van de pot te doen.

De proefneming bestond in het normaal openen en sluiten van de stroomkring door de normale ontstekings- en dovingsverrichting.

De stroomkringen beantwoordden dus aan het schema fig. 7

De accumulator (A) was in de pot (P) met het deksel of de kop (T) geplaatst en verbonden met de schakelaar C door de geleiders c en c'.

Volgens de stand van deze schakelaar maakt de accumulator deel uit van de stroomkring (I) met de gelijkstroombron (S), de weerstand (R_1) en een ampèremeter (A_1) en wordt hij geladen, ofwel behoort hij tot de stroomkring (II) bestaande uit de weerstand (R_2) en een ampèremeter (A_2) en wordt hij ontladen.

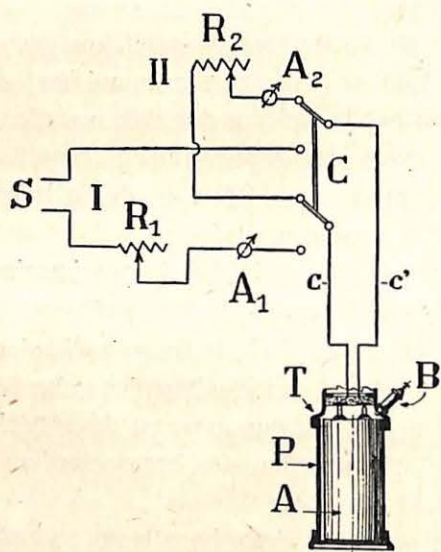


Fig. 7.

Door de kop (T) te draaien wordt de stroom onderbroken in het ontwikkelde gas hetzij bij het laden, hetzij bij het ontladen.

Wanneer de vonk, die hierbij verwekt wordt, het gas niet ontsteekt, controleert men met de bougie (B), die met een hoogspanningsinductieklos verbonden is (en die niet voorgesteld is op de schets), de ontvlambaarheid van het mengsel in de lamp.

De lamp, die aan de proeven werd onderworpen, werd geleverd door de „Société belge d'Applications électriques“. De lamp is voorzien van een alkalische accumulator van 15 ampère-uren. De kop er van is op de pot geschroefd met $2\frac{1}{2}$ windingen.

De stroom wordt onderbroken tussen de klemmen van de accumulator en metalen sectoren, die in de ebonietschijf, welke de bovenkant van de kop vormt, vastzitten. Deze klemmen en sectoren zijn van staal; de contactvlakken der eersten zijn lichtjes bol, die der laatsten volkomen vlak.

De ladingscapaciteit bedraagt 22,5 ampère-uren.

Wij hebben zeven proefnemingen gedaan, dus zeven ladingen gevolgd van ontladingen.

De stroomsterkte veranderde voor de eerste van 2 tot 3,5 ampère; voor de tweede van 1,15 tot 4 ampère.

Met regelmatige tussenpozen (alle 2 of 3 uren) en zowel bij het laden van de accumulator als bij het ontladen, werd de stroom door draaiing van de lampkop onderbroken; voor elke proefneming onderbraken en sloten we aldus twintig maal de stroomkring.

In geen enkel geval, heeft deze handeling de ontploffing verwekt van het gas, dat boven de accumulator in de kop hing. Hier weze echter aan toegevoegd dat dit gas niet altijd ontvlambaar was.

De controle met de bougie (hoogspanningsvonken) gaf immers maar ontploffingen in de volgende gevallen :

- 1) na 15 uren lading met een stroom van 2 ampère;
- 2) na 11 uren 30 min. lading met een stroom van 3 ampère;
- 3) na 4 uren lading met een stroom van 3 ampère;
- 4) na 6 uren lading met een stroom van 3 ampère;
- 5) na 8 uren 15 min. lading met een stroom van 3,5 ampère;
- 6) na 3 uren 30 min. lading met een stroom van 4 ampère;
- 7) na een langdurende ontlading waarbij de stroom eerst op 1,25 ampère was geregeld; de ontploffing kon worden verwekt met de bougie 24 uren na het begin der ontlading op het ogenblik dat de stroomsterkte 0,25 ampère bedroeg; zulke zwakke stroom kon geen ontvlaming veroorzaken.

Wij hebben deze proef opgetekend, omdat zij bevestigt dat een lang durende ontlading tot de batterij uitgeput is, voordelig werkt wat betreft de aanwezigheid van ontvlambaar gas in de lamp.

- 8) na een overdreven ontlading van 40 ampère-uren.

Er was dus maar een ontvlambaar mengsel in de lamp aanwezig gedurende de lading of na een overdreven ontlading; zelfs in die beide gevallen was het telkens onmogelijk geweest vóór de ontstekingspoging met de bougie, door draaiing van de lampkop de ontsteking te verwekken, alhoewel in al de proeven het stroomdebiet tenminste gelijk was aan dat van een draagbare lamp.

Deze proefnemingen lieten ons toe te besluiten dat de ontstekings- en dovingsmanoeuvres niet in staat zijn een inwendige ontploffing te verwekken.

Men kon zich echter nog afvragen of deze negatieve uitslagen niet eenvoudig te wijten waren aan het feit dat de samenstelling van het in de lamp aanwezige mengsel niet de maximale geschiktheid tot ontsteking door accumulatorvonken bood.

Deze samenstelling kenden wij niet en er was geen spraak van ze door een ontleding te bepalen, want het nemen van een monster door gelijk welk procédé zou gepaard gegaan zijn met het indringen van lucht in de lamp.

Zo kwamen wij er toe onze opzoekingen voort te zetten en hierbij de stroomonderbrekingsinrichtingen van draagbare lampen in mengsels met gekende samenstelling te plaatsen.

Wij hebben hiertoe de toestellen gebouwd die voorgesteld zijn op de figuren 8 en 9.

In het eertse (fig. 8) drukken twee klemmen (B) (er is er maar één zichtbaar op de schets), die op een eboniet schijf (D_1) zitten gemonteerd en met een metalen stuk onderling verbonden zijn, op twee sectoren S_1 en S_2 die in een eboniet-schijf (D_2) verzonken zitten. Deze onderdelen komen voort van een draagbare lamp met een pot met cirkelvormige doorsnede en doen dienst als schakelaar.

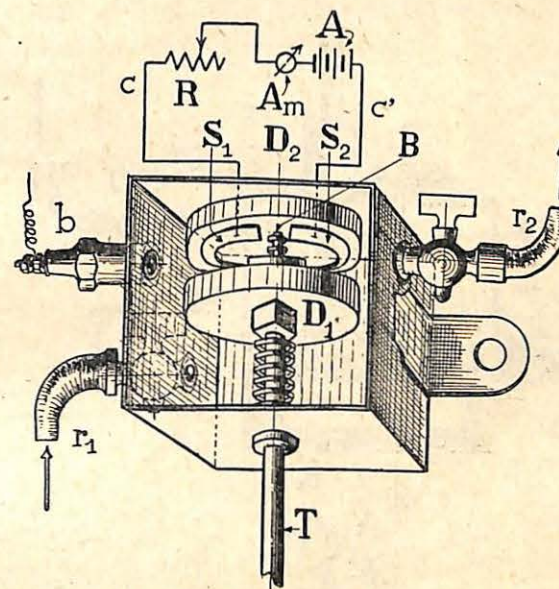


Fig 8.

Met de twee sectoren zijn twee geleiders c en c' verbonden die een kring vormen met een batterij alkalische accumulatoren, een ampèremeter (A_m) en een regelingsweerstand (R).

Wanneer we door middel van de staaf (T) de eboniet-schijf (D_1) doen draaien, dan is de stroomkring volgens de stand der klemmen open of gesloten en is er dus onderbreking of herstel van het stroomdebiet in de batterij.

Al deze onderdelen zitten in een gesloten metalen doos met cubische vorm, waarvan een zijde door een papier gevormd is. Op de doos zijn twee kraantjes r_1 en r_2 geplaatst om de stroming van het gasmengsel mogelijk te maken en een bougie (b) om de ontvlambaarheid er van door een hoogspanningsvonk na te gaan.

Het te beproeven gasmengsel van waterstof en zuurstof wordt in een klokgazometer bereid.

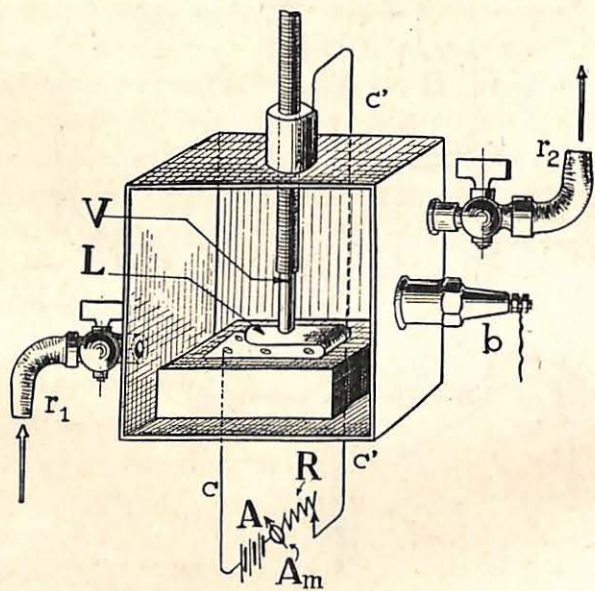


Fig. 9.

Het tweede toetsiel (zie fig. 9) vertoont veel gelijkens met het eerste, behalve dat de contactstukken een schroef (V) en een verend plaatje zijn (L); door de schroef te draaien, wordt de stroomkring geopend of gesloten. Deze schikking wordt in sommige hoedlampen gebruikt. De schroef gaat dan doorheen het rechthoekig deksel van de pot.

Wij hebben gas van verschillende samenstelling onderzocht en tevens de spanning en de stroomsterkte alsmede het metaal en de staat der contactstukken gewijzigd.

Onze vaststellingen zijn zeer uiteenlopend; we geven alleen de uiterste uitslagen. Deze vloeien voort uit een groot aantal proefnemingen, waarbij telkens opeenvolgend de stroomkring werd onderbroken en hersteld in mengsels waarvan de ontvlambaarheid na elke negatieve proef met de hoogspanningsvonk van een bougie werd gecontroleerd.

Voor elke stroomonderbrekingsinrichting en elk beproefd mengsel duiden wij in tabel VII aan :

- a) het waterstofgehalte in %; het aanvullend percentage is het zuurstofgehalte;
- b) de maximale stroomsterkte die geen ontsteking verwekte;
- c) de minimale stroomsterkte die de ontsteking veroorzaakte;
- d) het aantal in serie geschakelde alkalische elementen dat de stroombron vormde.

TABEL VII

Aard en vorm van de stroomonderbrekingsorganen	Waterstofgehalte in %	Stroomsterkte in ampère maximale die geen ontsteking verwekte	minimale die wel ontsteking verwekte	10 elementen (1,5 volt)
A. Stalen klemmen die tegen stalen sectoren drukken (schikking fig. 8)	66,0	7,0	—	4 elementen (5,2 volt)
B. Klemmen in messing die tegen dito sectoren drukken (schikking fig. 8)	55,5	5,50	4,00	5 elementen (5,9 volt)
C. Stalen schroef die tegen een verend staalplaatje drukt (schikking fig. 9)	51,0	2,60	—	4 elementen
D. Stalen schroef die tegen een verend messingplaatje drukt (schikking fig. 9)	51,0	—	2,75	5 elementen (6,5 volt)
E. Stalen schroef dat tegen een verend nikkeld-staalplaatje drukt (schikk. fig. 9)	54,57	8,00	—	4 elementen
	61,0	6,0	7,00	6 elementen
	55,0	7,5	—	9 elementen
	55,0	—	7,50	4 elementen
	55,25	6,00	7,50	9 elementen
	66,0	7,2	—	4 elementen
	65,5	7,0	—	4 elementen
	52,5	7,2	—	4 elementen

De schikking A wordt gebruikt in de alkalische handlampen met ronde pot; de schikking B, in zure handlampen met ronde pot; de schikking C, in alkalische hoedlampen, waarvan de schakelaar op het deksel van de rechthoekige accumulatoords is geplaatst.

Voor de proefnemingen, waarvoor alleen de maximale stroomsterkte die geen ontvlaming verwekte is aangegeven, dient er verstaan dat de minimale stroom die de ontsteking veroorzaakt niet werd bepaald.

Zoals het onderzoek van tabel VII laat uitkomen, zijn al de maximale stroomsterkten, die geen ontsteking verwekten, groter dan de gewone stroomsterkten in onze draagbare lampen.

Bij Ministerieel Besluit van 5 April 1934 immers, werden de grootste toegelaten spanningen en stroomsterkten van de lampen, waarin de onderbreking van de voedingsstroom plaats vindt in een ruimte die toegankelijk is voor de accumulorgassen, beperkt respectief tot 4,5 volt en 2 ampère.

De zwakste stroom die een ontsteking veroorzaakte namelijk 2,75 ampère, werd opgetekend voor de schikking met stalen klemmen drukkend op stalen sectoren, dus die der alkalische lampen met ronde pot. In deze lampen echter zitten er slechts twee elementen terwijl de proef, die hier besproken wordt, met 4 in serie geschakelde elementen gedaan werd. Tot nader onderzoek bestond er dus reden toe te besluiten dat het onmogelijk is in een draagbare lamp een ontploffing te verwekken door eenvoudige bediening van de schakelaar, zelfs indien het mengsel in de lamp de maximale ontplofbaarheid vertoont (33 % waterstof).

Al de vorige proeven nu werden uitgevoerd met normale stroomonderbrekingsorganen : klemmen of schroeven met afgeronde kop die tegen vlakke sectoren of vlakke verende plaatjes drukken.

Om verder te gaan hebben wij dezelfde organen aan proeven onderworpen, nadat wij de contactvlakken met de zaag en met de beitel gegrift en gegroefd hadden, terwijl deze vlakken in de eerste proeven effen waren en niet het minste ruw.

Wij hebben onderzocht wat in die omstandigheden de stroomsterkte werd, die een ontploffing van knalgas veroorzaakte.

De uitslagen van onze vaststellingen werden opgetekend in tabel VIII.

TABEL VIII

Gebruikte electroden	Waterstof- gehalte in %	Stroomsterkte in ampère		Opmerkingen
		maximum die geen ontvlaming	minimum die wel verwekte	
A	52.0	2.5	2.75	5 alkalische elementen
B	55.0 id.	— 5.0	6.00 —	5 id. 4 id.
C	70.0	4.0	—	5 id.
	47.5	3.0	—	5 id.
	55.0	2.0	2.1	2 id.
D	25.2	4.5	—	4 id.
	66.0	—	5	9 id.
E	55.0	5.55	6.25	9 id.
	55.0	2.50	2.75	2 id.

N. B. — De letters A tot E komen overeen met de schikkingen die beschreven zijn in de eerste kolom van tabel VII.

Met elke schikking hebben wij de ontvlaming bekomen voor stroomsterkten, die zwakker waren dan die, welke in de vierde kolom van tabel VII voorkomen.

De zwakste stroom, die met de schikking C de ontvlam-

ming verwekte (stalen schroef drukkend tegen een stalen plaatje), benadert zelfs de in de draagbare lampen grootste toegelaten stroomsterkte.

Oneffenheden op de contacten vergemakkelijken dus de knalgasontvlaming door de elektrische vonk. Zulks was te voorzien ten gevolge van de waarnemingen die wij vroeger gedaan hebben met de verende plaatjes.

Sommige buitenlandse reglementen bepalen, dat de onderbreking van de voedingsstroomkring der draagbare elektrische lampen moet geschieden tussen vlakke of lichtgebogen contactvlakken. Feitelijk is dit zo in al de in België toegelaten draagbare elektrische lampen, alhoewel ons reglement op de verlichting zulks niet voorschrijft.

Wij weten niet of het herhaald sluiten en onderbreken van de stroomkring ten langen laatste zulke beschadigingen als wij vrijwillig aanbrachten kunnen veroorzaken. In alle geval is het nodig de aandacht van de gebruikers te vestigen op de noodzakelijkheid door passlijpen of anderszins de sporen van ineenschuren, die door het gebruik op de contactvlakken kunnen ontstaan, te verwijderen.

Het schijnt dus wel dat de mogelijkheid van een inwendige ontploffing in een draagbare lamp niet volstrekt moet uitgesloten worden, wanneer terzelfdertijd deze twee voordelige voorwaarden verwezenlijkt zijn : abnormale ontwikkeling van knalgas en beschadiging van de contacten waartussen de stroomkring onderbroken wordt.

Deze mogelijkheid kan men uitsluiten door ofwel het ontplofbaar gas op continue wijze uit de lamp te verwijderen, ofwel de oorzaak, de elektrische vonk, uit te schakelen.

De eerste wijze vergt luchtgaten, die de gevormde waterstof laten ontsnappen of de verdunning er van verzekeren, verdunning die overigens door de neiging van dit gas tot diffusie bevorderd wordt.

Er zijn dergelijke luchtgaten in de Oldham-hoedlamp met zure accumulator : elk van de twee elementen staat in verbinding met de buitenlucht door een kanaaltje van 96 mm lengte en 2 mm diameter dat in de zijwand van de accumulatordoos is gemaakt.

Men zou een dergelijk stelsels kunnen uitdenken voor de handlampen met ronde pot, maar men aarzelt een weinig deze oplossing aan te bevelen, daar zij tot gevolg zou hebben stof in de lamp te laten dringen.

Wat het vermijden van de elektrische vonk in een ontplofbaar gas betreft, ligt de oplossing voor de hand bij de hoedlampen : het volstaat de schakelaar dicht bij het gloeilampje te plaatsen, m. a. w. op de projector.

In de handlampen zou de kop vastgezet kunnen worden op de pot en de voeding van het gloeilampje kunnen verzekerd worden op een bestendige wijze vanaf de sluiting der lamp in de lampenkamer.

Deze oplossing is echter niet bevredigend onder alle oogpunten.

Om verschillende redenen moet de mijnwerker door een eenvoudige handeling naar believen kunnen beschikken over de lichtenergie die hem wordt toebedeeld. Wat meer is, het is wenselijk dat hij, in geval de beschermingsstolp en het peertje breken onmiddellijk de lamp kunne doven om alle gevaar te vermijden dat mijngas in contact met het gloeiend gloeidraadje tot ontvlaming wordt gebracht.

c) Besluit.

Uit deze lange studie blijkt :

- 1° Dat de ontsteking van knalgas in een draagbare lamp door de verrichtingen, die normaal nodig zijn om de lamp te ontsteken of te doven, de samenloop vergt van bijzondere omstandigheden, namelijk de ophoping van waterstof

boven de accumulator en de slechte toestand van de contactvlakken.

- 2° Dat de gelijktijdige verwezenlijking van deze voorwaarden weinig waarschijnlijk is bij rationeel gebruik der draagbare lampen.

Daar het praktisch onmogelijk is het omhulsel van een accumulator dicht te maken voor een knalgasvlam moet alles in het werk gesteld worden om de mogelijkheid van een inwendige ontploffing uit te schakelen, dus :

- a) slechts batterijen gebruiken die in goede staat zijn en waarvan de platen nog vol actieve stof zitten zodat ze een maximale hoeveelheid electrolysegas kunnen weerhouden;
 - b) er voor zorgen dat de kleppen voor de verwijdering van de voor de electrolyse gevormde gassen vrij werken;
 - c) de aanduidingen van de constructeur volgen voor wat betreft het ladingsverloop en de maximale lading der batterijen;
 - d) de lamp open laten (kop en pot gescheiden) zo lang als de dienst in de lampenkamer het toelaat en nooit minder dan drie uren;
 - e) sporen van ineenschuren die zich zouden vertonen op de contactvlakken waartussen de stroomkring onderbroken wordt zorgvuldig verwijderen.
- Zoals wij het vroeger reeds zegden, biedt de hoedlamp met schakelaar op de projector volstrekt geen gevaar voor inwendige ontploffingen.
- Als afdoende maatregel kunnen wij dus aanduiden de algemene aanwending van dat soort lampen, die ten andere opvallen door hun gerieflijkheid bij het gebruik.

E. — VERSCHILLENDE STUDIES.

a) Persluchtslang met aardverbinding.

Wij hebben twee slangen onderzocht waarvan men de rubber geleidend had gemaakt door er geschikte stoffen in te verwerken.

Wanneer er een betrekkelijk lage elektrische spanning op toegepast wordt, laten deze slangen een zwakke stroom door; het debiet is nochtans voldoende om de afleiding naar de aarde te verzekeren van ladingen, die zouden kunnen ontstaan op door persluchtstralen geraakte of door perslucht doorstroomde toestellen.

Deze oplossing is natuurlijk beter dan die, waarbij in de rubber metalen draden worden verzonken. Deze immers zijn maar doeltreffend, indien er voor gezorgd is dat zij in contact staan met al de metalen delen der inrichting.

Als documentatie geven we hierna de kenmerken van de onderzochte slangen :

Naam van de fabrikant	Lengte van het staal	Stroom bij een toegepaste spanning van 220 V	Ohmse weerstand volgens de lengte	Fabricatiemerk
Usines Gheysen te Lembeek	5 m.	1,5 milli-ampère	200.000 ohm	Electroter U.G.
S. A. C. I. C. Anderlecht	15 m.	2,5 milli-ampère	86.000 ohm	Electromine

Om de doeltreffendheid van een gelijkaardige slang na te gaan maken wij gebruik van een electrostatische machine van Whimshurst.

Alle sporen van elektrisering verdwijnen van de polen der machine wanneer deze polen met de aarde verbonden worden door een slang met voldoende geleidbaarheid.

De twee hiervoor aangeduide typen voldeden aan deze proef en het gebruik er van werd aangeraden door de Algemene Directie van het Mijnwezen door de circulaires n^o 13 E/7067 van 26 November 1947 en 13 E/7101 van 30 December 1947.

b) Diesellocomotieven.

Wij hebben in 1947 twee Diesellocomotieven onderzocht waarvan de ene (30 P.K.) gebouwd werd door de „ Société des Anciens Etablissements Berry “, te Lille (Frankrijk) en de andere (90 P.K.) door de „ Société Anonyme des Moteurs Moës, te Wareme.

De tweede, die opvalt door haar vermogen, werd in mijn-gasatmosfeer beproefd.

Wij hebben insgelijks een veiligheidstoestel onderzocht, dat op de locomotief (50 P.K.) van de „ Ateliers de la Meuse “ welke in 1946 werd toegelaten, wordt aangewend.

Dit toestel heeft tot doel de brandstoftoevoer af te snijden in geval er water te weinig is hetzij voor de afkoeling der cylinders, hetzij voor de waterverstuiver die de uitlaatgassen afkoelt.

Wij hebben de doeltreffendheid van dit toestel bij de constructeur na gegaan.

F. — ONDERZOEK VAN STOFMASKERS.

In de loop van 1947 hebben wij zes maskers onderzocht die ons werden voorgelegd hetzij door constructeurs, hetzij door het Medisch Arbeidstoezicht van het Ministerie van Arbeid en Sociale Voorzorg.

De maskers werden beproefd in zeer stoffige atmosfeer.

Dit onderzoek maakt het voorwerp uit van een mededeling van de hand van de heer E. a. Ingenieur Brison, welke als bijlage van dit verslag gepubliceerd wordt (Bijlage II).

Het aangewend materieel en de toegepaste techniek werden uitvoerig beschreven in bijlage I van het Verslag over de werkzaamheden in 1946 (Zie Annalen der Mijnen van België, Boekdeel XLVII, bladzijde 120 en volgende).

Met het doel de mogelijke invloed te bepalen van het stofgehalte op de doeltreffendheid van het masker, zijn wij van plan in de loop van het volgend jaar nieuwe proefnemingen te doen in een atmosfeer met een kleiner stofgehalte overeenkomstig met wat in sommige ondergrondse werkplaatsen wordt aangetroffen.

G. — LABORATORIUM VOOR WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK.

Zoals wij hebben gezegd in ons verslag over de werkzaamheden in 1946, zet het Nationaal Mijninstituut de navorsingen voort, die het sedert 1938 aangevat heeft betreffende de verbranding van methaan.

Deze studie is zeer uitgebreid en nog verre van voltooid. Zij komt voor op het programma van al de buitenlandse proefnemingsstations en wij zelf hebben er reeds verscheidene mededelingen over gepubliceerd (1).

In de loop van het jaar 1947 bestudeerden wij de trage verbranding van methaan. Die studie werd terzelfdertijd doorgezet in onze laboratoria, te Paturages, door de heer Vanpée,

(1) De opgave van de mededelingen van het Nationaal Mijninstituut vindt men op bl. 276 van het verslag over de werkzaamheden in 1946. Zie « Annalen der Mijnen van België, Boekdeel XLVII, Jaargang 1947-48.

Hetzelfde vraagstuk werd behandeld door de heer Audibert, Directeur-Generaal van het « Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France » tijdens de laatste onderrichtingen voor ingenieurs gehouden te Montluçon op 1 en 2 October 1947 (Zie « Note Technique n° 47/1 du Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France »).

doctor in de wetenschappen, en aan de Wetenschappelijke Faculteit der Universiteit, te Leuven, onder de leiding van Professor Ad. Van Tiggelen, die vroeger aan het Nationaal Mijninstituut was verbonden.

Aangezien het hier een zuiver wetenschappelijke studie gold, hebben wij de geldelijke steun van het Instituut voor Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in de Nijverheid en de Landbouw gevraagd en bekomen.

Wij houden er aan de Beheerraad van dit organisme voor zijn edelmoedige tegemoetkoming te bedanken.

De proefnemingen, die te Paturages en te Leuven werden uitgevoerd, maken het voorwerp uit van twee mededelingen, die als bijlagen III en IV van dit verslag worden gepubliceerd.

Hier volgt de korte inhoud van deze twee belangrijke mededelingen.

1) De cinetiek van de trage verbranding van methaan.

(Opzoekingen door dhr M. Vanpée te Paturages uitgevoerd).

Tot op heden werd de trage verbranding van methaan slechts aan een beperkt aantal proefnemingen onderworpen en al de onderzoekers, die bij die studie stil bleven, drukken er bijzonder op dat het onmogelijk is dezelfde uitslagen een tweede maal te bekomen.

Deze onmogelijkheid is ongetwijfeld de reden waarom verscheidene mechanismen werden voorgesteld om het verloop der reactie te verklaren (hydroxylatie, ketenreactie, enz.)

Het leek ons nuttig de studie van dit vraagstuk terug aan te vatten in het licht van de opgedane ondervinding.

De opzoekingen in ons laboratorium beoogden twee punten :

- a) de ontleding van de producten gevormd bij de trage verbranding;
- b) de bepaling van de cinetiek dezer reactie.

a) Ontleding van de producten gevormd bij de trage verbranding.

De verbranding vond plaats in een cel in pyrex met 100 cm³ inhoud, die in het midden van een ronde elektrische oven geplaatst was.

Het beproefde mengsel bevatte slechts methaan en zuurstof; de oventemperatuur bedroeg ongeveer 400° C.

De nodige voorzorgen waren genomen om het temperatuursgradiënt volgens de as der cel tot het minimum te herleiden.

Over 20 cm aan weerszijden van het mediaanvlak van de oven was het temperatuursverschil niet groter dan 1° C.

De verwarmingsstroom werd geregeld met een relais en de temperatuur in de nabijheid der cel werd afgelezen op een gasthermometer.

De reactieproducten werden ontleed door gefractioneerde distillatie bij lage temperatuur.

Wanneer men de uitslagen der ontledingen met elkander vergelijkt, staat men stom over hun onregelmatigheid. In volledig dezelfde omstandigheden : zelfde behandeling der cel, zelfde drukking bij de vulling, zelfde verwarmingstijd, neemt men afwijkingen in de eindconcentraties waar die 80 % kunnen bedragen. Het zou dus een utopie zijn met dergelijke techniek een cinitiek te willen bepalen.

Nochtans heeft een zeer belangrijk punt onze aandacht gaande gehouden: alhoewel alles in deze reactie wisselvallig lijkt, blijft er een grootheid altijd onveranderlijk namelijk de verhouding $\text{CO}/(\text{CO} + \text{CO}_2)$, die overeenkomt met een zelfde oxyderingsgraad van methaan. Het feit dat deze gelijk is aan één bij het begin der reactie en nul benadert op het einde er van, bewijst onbetwistbaar dat het rechtstreeks product der beschouwde verbranding koolmonoxyde is en dat dit laatste verder geoxydeerd wordt tot koolzuuranhydride.

Wij staan dus voor twee reacties waarvan de tweede, naar

allen schijn, innig met de eerste verband moet houden. Bij de proefnemingstemperaturen immers zijn de vochtige koolmonoxyde-zuurstofmengsels volledig inert. Het volstaat nochtans aan deze een kleine hoeveelheid methaan toe te voegen om de verbranding te zien plaats grijpen tot volledige consumptie der reagerende stoffen.

b) Kinetiek der trage verbranding.

Zoals wij het reeds zegden, hebben wij insgelijks getracht de kinetische wetten der verbranding te vinden, m. a. w. de factoren te bepalen waarvan de reactiesnelheid afhangt en de invloed van deze kwantitatief uit te drukken.

Proefnemingen, die vóór de onze werden uitgevoerd, hadden aangetoond dat er niet aan gedacht moest worden deze wetten te vinden door voor de opeenvolgende verbrandingen de proefnemingsvoorwaarden te wijzigen; hierbij werd immers de reactiesnelheid aan veranderingen onderworpen die soms 20 % er van overschrijden en die zo de belangrijke invloed van de aard der wanden, alsmede van de behandeling er van, aantonen. Deze invloed werd soms zelfs waargenomen bij twee opeenvolgende verbrandingen in dezelfde cel. Indien men met een zekere nauwkeurigheid de werking van verschillende concentraties op de snelheid wilde nagaan, bleef er bijgevolg maar één methode over : telkens voor één zelfde verbranding, van het begin tot het einde, de reactiesnelheid nagaan maar dat voor de uiterste concentraties van het reagens. Te dien einde hebben wij een methode uitgewerkt welke toelaat op elk ogenblik de samenstelling van het evoluerend mengsel te bepalen overigens zonder het verloop der reactie te zeer te storen.

Deze methode bestond er in tijdens de proefneming de drukking in de cel te noteren, terwijl deze de temperatuur had van de oven (ongeveer 400° C) ofwel deze van smeltend ijs. Men kon zo de partiële drukkingen bepalen en bijgevolg de

concentraties van de gassen die er in de cel bleven : CH_4 , CO , O_2 , CO_2 en H_2O .

Wij volgden zo twintig verbrandingen van mengsels met verschillende verhoudingen methaan zuurstof.

In elk geval stelden wij het bestaan van een inductieperiode vast van $\frac{1}{2}$ à 1 uur. Deze inductieperiode is niet dezelfde bij de verschillende proefnemingen en het is voornamelijk daarom dat de samenstelling, voor een zelfde duur der reactie, nogal veel verschilt in het begin der reactie. Maar bij deze oorzaak van onregelmatigheid moeten er andere gevoegd worden die afhangen van de wanden, want de verbrandingsnelheden, die voor dezelfde samenstelling van het mengsel bekomen worden bij opeenvolgende proefnemingen zijn slechts op 15 % na gelijk. Daarentegen toont de regelmatigheid der bekomen curven voldoende, dat het tegenhouden der reactie om de drukking bij nul graden te meten geen storing in de reactiesnelheid veroorzaakt.

Dit feit toont aan dat de geleidelijke versnelling der reactie, die na de inductieperiode waargenomen wordt, niet te wijten is, overeenkomstig de door Semenoff vooruitgezette gedachten, aan de ontwikkeling van een mechanisme volgens ketens met vertakkingen. Indien zulks wel het geval was, dan moest dat verschijnsel zich herhalen telkens de cel opnieuw in de oven gestoken wordt. Welnu we staan voor een stationnair regime (1), dat sneller moet tot stand komen dan in de 10 minuten die nodig zijn om de cel tot op de oventemperatuur te verwarmen. Voor een gegeven proefneming schijnt de verbrandingssnelheid dus enkel functie te zijn van de samenstelling van het mengsel.

Het is dus logisch, naar het voorbeeld van Norrish en von

(1) Men noemt « stationnair regime » datgene waarin het aantal voortplantingscentra der reactie constant blijft, in tegenstelling met het explosief regime dat gekenmerkt wordt door het feit dat het aantal voortplantingscentra groeit met de tijd.

Elbe, de oorzaak van de versnelling toe te schrijven aan de aangroei van een stof die op de reactie katalytisch werkt. Er bestaat echter reden toe zich af te vragen of deze stof, zoals genoemde auteurs veronderstellen, wel in een zeer kleine hoeveelheid voorhanden en door de wanden geadsorbeerd is zoals bv mierenzuuraldehyde. De mogelijkheid de reactiesnelheid terug te bekomen na een zo ingrijpende behandeling als de afkoeling der cel tot op de gewone temperatuur, doet ook aan deze interpretatie twijfelen. Het water, dat op de wanden condenseert, zou naar onze mening zulke storing in het adsorptie-evenwicht moeten teweegbrengen, dat de reactie na elke onderbreking telkens met een andere snelheid zou moeten inzetten. Dat zulks niet het geval is leidt tot de hypothese dat de katalytische stof gasvormig moet zijn.

Na de consumptie van 10 à 20 % der reagentie wordt de verbrandingssnelheid constant; eens 50 % voorbij neemt ze snel af.

Wij hebben kunnen aantonen dat de katalysator, die na de inductieperiode de verbranding versnelde, niets anders was dan het gevormde water.

Na bij het vullen der cel er grotere en grotere hoeveelheden water te hebben ingebracht, stelden wij kleinere en kleinere inductieperioden vast :

Door, eindelijk, de beginverhoudingen van het methaan, de zuurstof en de waterdamp te wijzigen, hebben wij als volgt de reactiesnelheden kunnen bepalen :

Oxydatiesnelheid van methaan: $k_1 (\text{CH}_4)^{2/3} (\text{O}_2)^{0.4} (\text{H}_2\text{O})$.

Oxydatiesnelheid van koolstofmonoxyde :

$k_2 (\text{CO}) \cdot (\text{CH}_4)^{1/3} (\text{O}_2)^{0.4} (\text{H}_2\text{O})$.

De symbolen (CH_4) , (O_2) , (H_2O) en (CO) stellen de moleculaire concentraties der bestanddelen voor.

De activeringsenergies, die met deze reacties overeenkomen zijn respectief : 93.500 en 82.000 calorieën.

In de loop van het jaar 1948, zullen de proefnemingen voortgezet worden met een cel van ongeveer 300 cm³ waarbij de verhouding volume/wand groter is dan bij de cel van 100 cm³. Deze wijziging zal ons toelaten uit te maken in welke mate de celwand invloed heeft.

Indien deze invloed niet overheersend is, m. a. w. indien de ketens zich in de gasfase kunnen voltooien, bestaat er reden toe te geloven dat de uitslagen regelmatig zullen zijn met een cel met groter volume.

Daarna zullen wij de invloed der inerte gassen bestuderen alsmede die der drukking, der temperatuur, der gevoeligmakers en der dovers (bv. de halogeenzouten).

2) De uitwisseling waterstof-deuterium (1) in de reacties deuterium + methaan + zuurstof.

(Opzoeken gedaan aan de Wetenschappelijke Faculteit der Universiteit, te Leuven).

Deze opzoeken, die geleid werden door Professor Van Tiggelen, hebben het voorwerp uitgemaakt van een doctoraatsthesis welke in extenso als bijlage van dit verslag gepubliceerd werd (Bijlage III).

Hier volgt er een bondige samenvatting van.

De kinetiek van de trage reactie tussen methaan en zuurstof wordt aan een controle onderworpen door de algemene methode der isotopische indicatoren. Het doel van de opzoeken is de aard uit te maken van de primaire reacties waarbij de eerste ketens gevormd worden en de verschillende uitslagen te bevestigen, die dhr Van Tiggelen met andere methodes bekam en die gepubliceerd werden in de verslagen van het Instituut voor de jaren 1942 tot 1946 (Zie Annalen

(1) Deuterium is een isotoop van waterstof met atoomgewicht 2.

der Mijnen van België, Boekdeel XLIII, bl. 117, jaargang 1942; Boekdeel XLV, bl. 41, jaargang 1944; Boekdeel XLVI, bl. 159, jaargang 1946 en Bull. Soc. Chim. Belg. 55, bl. 202, 1946).

Mengsels van methaan en waterstof met een groot gehalte aan de zware isotoop (deuterium > 50 %) alsmede zuurstof worden tot bij 500° C verwarmd. Methaan en waterstof worden gedeeltelijk veranderd in CO₂, CO en H₂O en men stelt terzelfdertijd in het overblijvende methaan een gedeeltelijke substitutie van waterstof door deuterium vast alsmede een verdunning van het deuterium in de overblijvende waterstof.

Door toepassing van een zeer nauwkeurige spectrografische doseringsmethode voor deuterium wordt deze uitwisseling samen met de trage-verbrandingsreactie gevolgd en systematisch bestudeerd.

Hoofdzakelijk leiden de proefondervindelijke gegevens tot volgende vaststellingen :

- 1) Bij de temperatuur van 500° C is de uitwisselingsreactie van de mengsels methaan-deuterium zonder zuurstof zeer traag en nauwelijks meetbaar;
- 2) De toevoeging van een kleine hoeveelheid zuurstof versnelt de uitwisseling doch verwekt tevens de verbranding van de waterstof en het methaan.
Voor groter wordende hoeveelheden zuurstof, begint de uitwisseling te vermeerderen, tot ze een maximum bereikt om daarna te verminderen;
- 3) Zeer belangrijk is wat volgt : De activeringsenergie van de uitwisselingsreactie is, op de proefnemingsfouten na, dezelfde als die van de verbrandingsreactie van methaan, te weten 87 kcal ± 10 %.

Deze waarde komt overeen met die gevonden door dhr Van Pée (93 kcal); het verschil vloeit enkel voort uit het

feit dat de temperatuur hier 500° C bedraagt tegenover 400° C bij de proefnemingen van dhr Van Pée;

4) In onze proefnemingen is de verbrandingssnelheid van methaan niet zeer verschillend van die van waterstof wat toelaat te besluiten dat het mechanisme van beide reacties van dezelfde aard moet zijn.

Deze vaststellingen bevestigen ten volle de vroeger bekomen uitslagen en laten toe zekere gevolgtrekkingen te maken betreffende de natuur van de primaire reactie die de ketenvorming inleidt.

Volgend reactieschema laat toe op bevredigende wijze rekenschap te geven van de proefondervindelijke uitslagen :

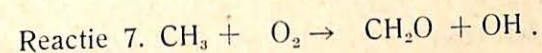
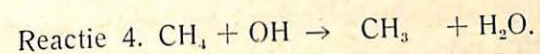
1. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_2 + \text{H}_2$ primaire reactie.
2. $\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$ herverbinding wanneer het zuurstofgehalte onvoldoende is.
3. $\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \overset{\cdot}{\text{C}}\text{OH} + \text{OH}$ of wel $\text{CO} + \text{H} + \text{OH}$ reactie die de radicalen verwekt.
4. $\text{CH}_4 + \text{OH} \rightarrow \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
5. $\text{H}_2 + \text{OH} \rightarrow \text{H} + \text{H}_2\text{O}$
6. $\text{H} + \text{O}_2 \rightarrow \text{OH}$ (resulterende reactie, waarvan het mechanisme nog betwist wordt).
7. $\text{CH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{OH}$
8. $\text{CH}_3 + \text{D}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{D} + \text{D}$ uitwisselingsreactie voor methaan.
9. $\text{D} + \text{CH}_4 \rightarrow \text{HD} + \text{CH}_3$ uitwisselingsreactie voor waterstof.

10. $\text{OH} \rightarrow$ verdwijning op de wand.
11. $\text{CH}_3 \rightarrow$ verdwijning op de wand.
12. $\text{H} \rightarrow$ verdwijning op de wand.

Dit mechanisme doet geen beroep op reacties waarbij radicalen verdwijnen door bimoleculaire of trimoleculaire herverbinding in gasvormige phase; het is gemakkelijk zich er van te overtuigen dat het zo moet zijn in de voorwaarden der verwezenlijkte proefnemingen, daar de radicalen gemiddeld maar een kleine kans zullen hebben om op een tweede radikaal te botsen vóór dat zij de wand bereiken. Een gelijkaardige overweging laat toe de vertakkingsreacties uit te sluiten, die zich voordoen wanneer de reactie een explosief verloop aanneemt.

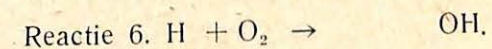
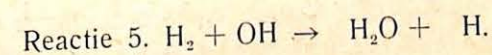
Uit het stel der hierboven opgesomde reacties kan men 3 groepen afzonderen, die de voortplanting van drie onvertakte-ketenreacties verzekeren.

a) Keten voor de verbranding van methaan.



Deze keten wordt tegenwoordig aanvaard door het merendeel der auteurs; gecombineerd met de primaire reactie resulterend uit de reacties 1, 2 en 3 leidt zij voor de verbrandingssnelheid van methaan tot een uitdrukking, die strookt met het merendeel der proefondervindelijke uitslagen zowel wat betreft de hier beschreven proefnemingen als deze aangehaald door andere auteurs.

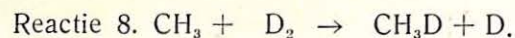
b) Keten voor de verbranding van waterstof.



Deze keten moet insgelijks gecombineerd worden met de reacties 1, 2 en 3; ze laat altoe toe uit te leggen waarom de trage verbranding van zuivere waterstof een reactie is met grotere activeringsenergie dan de oxyderingsreactie van het zelfde gas dat gevoeliger gemaakt werd door toevoeging van methaan. Daar het verschil alleen te wijten is aan de natuur van het primair proces, geeft methaan gemakkelijker radicalen dan waterstof.

Dit betreft natuurlijk niet de hevige ontvlaming, omdat in dat geval vooral de vertakkingsreactie het gedrag der verschillende brandbare gasen zal regelen.

c) Ketten voor de uitwisselingsreactie.



Bij deze reacties moeten nogmaals de reacties 1, 2 en 3 gevoegd worden waarvan het geheel een reactie vormt die actieve radicalen voortbrengt.

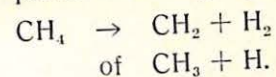
De kinetische berekening leidt voor de uitwisselingsnelheid tot een uitdrukking, die wondergoed strookt met de uitslagen. Meer in het bijzonder laat zij voorzien dat er een optima zuurstofconcentratie bestaat overeenkomend met deze die gevonden werd.

Andere details kunnen insgelijks in het licht van dit mechanisme verklaard worden.

Aan de snelheid van de verbranding van methaan en aan deze der reactie moet een zelfde activeringsenergie beantwoorden die men theoretisch op 88,5 kcal kan ramen. De uitslagen geven 87 kcal \pm 10 %; deze overeenstemming is buitengewoon goed en staft het hierboven gegeven mechanisme.

De metingen laten toe te besluiten dat er in de primaire

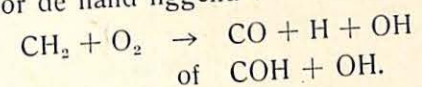
reactie alleen sprake is van methaan; derhalve bestaan er a priori twee mogelijkheden :



De keuze tussen deze twee mogelijkheden wordt bepaald door de uitslagen.

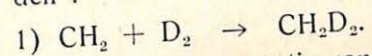
Volgens de tweede hypothese zouden er rechtstreeks CH_3 - en H-radikalen gevormd worden zonder de tussenkomst van zuurstof : dit is echter volledig uitgesloten, want deze radicalen zijn juist de voortplantingscentra van de uitwisselingsketen en de aanwezigheid van zuurstof komt als onontbeerlijk voor althans om een merkbare uitwisselingsnelheid te bekomen.

Volgens de eerste hypothese daarentegen is de rol der zuurstof voor de hand liggend :

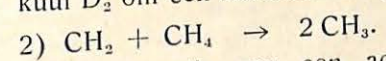


H of COH zijn radicalen die de ketenvorming voor de uitwisseling kunnen inleiden.

Bij afwezigheid van zuurstof blijft een tragere uitwisseling mogelijk en deze kan op twee manieren geïnterpreteerd worden :



Herverbindingsreactie van een radikaal CH_2 met een molecuul D_2 om een molecuul CH_2D_2 te vormen.



Deze reactie zou een activeringsenergie van ongeveer 40 kcal vergen. Deze waarde gevoegd bij de 80 kcal activeringsenergie der primaire reactie leidt tot een waarde van 120 kcal, welke overeenkomt met de activeringsenergie der ketenreactie voor de uitwisseling H-D bij afwezigheid van zuurstof. Bij afwezigheid van zuurstof is de activeringsenergie veel groter en moet derhalve de reactie veel trager zijn.