

heure et pendant 3 heures. Cette aptitude était de 5 cm et pouvait être considérée comme satisfaisante.

Quant aux détonateurs, ils ont révélé une résistance électrique, une sensibilité et une puissance normales.

Aux essais, nous avons constaté également que la puissance de l'exploseur était suffisante.

Je remercie M. CYPRES pour son dévouement et son entière collaboration.

lang en drie uren lang in water had gelegen. De geschiktheid bedroeg 5 cm, wat als normaal mag beschouwd worden.

De slagpijpjes bleken een normale gevoeligheid, kracht en elektrische weerstand te bezitten.

Het afvuurtoestel bleek tijdens de proeven ook krachtig genoeg te zijn.

Ik dank de H. CYPRES voor zijn toegewijde medewerking.

2. GROUPE PHYSICO-CHIMIE

2. AFDELING FYSICO-CHEMIE

G. NENQUIN

Docteur en Sciences.

Doctor in de Wetenschappen.

21. CONTRIBUTION A L'AMELIORATION DES EXPLOSIFS DE SECURITE

211. Technique expérimentale.

La réaction entre le chlorure ammonique et le nitrate de potassium est amorcée en chauffant le mélange préalablement introduit dans une bombe contenant de l'azote sous une pression de 33 kg/cm².

Lorsqu'on chauffe sous confinement une quantité déterminée, 2 g par exemple, du mélange KNO₃ - NH₄Cl, on observe que la pression enregistrée s'élève brusquement lorsque les parois de la bombe atteignent une température X.

Cette augmentation brusque de pression « ΔP » représentée à la figure 7 par la courbe AB est due à la combustion vive du mélange.

21. BIJDRAGE TER VERBETERING VAN VEILIGHEIDSSPRINGSTOFFEN

211. Proeftechniek.

De reactie tussen ammoniumchloride en kaliumnitraat wordt aangezet door het mengsel, dat vooraf in een met stikstof onder een druk van 33 kg/cm² gevulde bom gestopt werd, te verwarmen.

Wanneer men een bepaalde hoeveelheid, b.v. 2 g van het KNO₃ - NH₄Cl-mengsel onder insluiting verwarmt, stelt men vast dat de geregistreeerde druk plots stijgt wanneer de wanden van de bom een temperatuur X bereiken.

Deze plotse drukstijging « ΔP » in figuur 7 door de curve AB voorgesteld, is aan de levendige verbranding van het mengsel toe te schrijven.

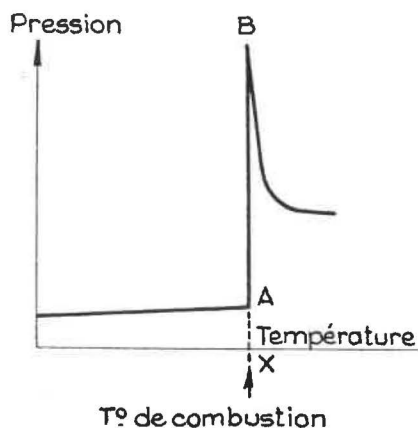


Fig. 7.

Pression : druk — T° de combustion : verbrandingstemperatuur

Nous appelons température de combustion, la température régnant dans la bombe au début de cette combustion.

Le dispositif expérimental comprend :

- 1°) La bombe en acier inoxydable dont le volume intérieur est de 12,6 cm³ et qui est équipée d'un dispositif pour le prélèvement des gaz de combustion.
- 2°) Le four dont la température est maintenue constante à 500° C par un régulateur à cellule photoélectrique.
Après introduction de la bombe dans le four, la température à l'intérieur de celle-ci augmente de 24° C par minute entre 200° et 300° C.
- 3°) Le dispositif de mesure de pression et d'introduction des gaz sous pression.
La variation de la pression au cours du phénomène est suivie simultanément par un capteur piézoélectrique et par un capteur à induction. Le capteur piézoélectrique, qui a une fréquence propre de 80.000 cycles par seconde, permet d'étudier avec précision la vitesse de la réaction exprimée par l'augmentation de pression par unité de temps.

212. Etude du mécanisme physico-chimique de la combustion du mélange chlorure ammonique nitrate alcalin.

2121. Détermination de la température et de la pression de combustion de mélanges de chlorure ammonique et de différents nitrates.

Nous avons étudié la combustion, à volume constant, du chlorure ammonique en présence de nitrate de potassium, de lithium, de sodium et de baryum.

Les diagrammes rassemblés à la figure 8 représentent la variation de la pression enregistrée exprimée en kg/cm², en fonction de la température de préchauffage, au cours de la combustion de 2 grammes de ces différents mélanges, la granulométrie des grains de nitrate et de chlorure ammonique étant identique.

En examinant ces diagrammes, nous observons :

- 1°) que la température de combustion, ainsi que l'augmentation de pression due à la combustion du mélange, sont sensiblement identiques (tableau 12), et paraissent ainsi indépendantes de la nature du nitrate ;
- 2°) que la température de combustion du mélange est inférieure à la température de décomposition et de fusion des différents nitrates comme cela ressort des tableaux 12 et 13, le tableau 13 donnant ces températures de fusion et de décomposition des nitrates.

De verbrandingstemperatuur is de temperatuur die bij de aanvang van de verbranding in de bom heerst.

De proefinrichting bestaat uit :

- 1°) De bom van roestvrij staal, die een inhoud van 12,6 cm³ heeft en voorzien is van een inrichting voor het nemen van monsters van de verbrandingsgassen.
- 2°) De oven waarvan de temperatuur door middel van een regelaar met foto-elektrische cel standvastig op 500° C gehouden wordt.
Nadat de bom in de oven gestopt is, stijgt de temperatuur in deze laatste naar rato van 24° C per minuut tussen 200° en 300° C.
- 3°) De inrichting voor het meten van de druk en het aanvoeren van gassen onder druk.

Tijdens het verschijnsel wordt de drukverandering gelijktijdig door een piézo-elektrische ontvanger en door een inductieontvanger gevolgd.

Dank zij de piézo-elektrische ontvanger, die een eigen frekwentie van 80.000 cyclussen per seconde heeft, kan de snelheid van de reactie door de drukstijging per tijdseenheid weergegeven, nauwkeurig bestudeerd worden.

212. Studie van het fysisch-chemisch mechanisme van de verbranding van mengsels van ammoniumchloride en alkalinitraat.

2121. Bepaling van de verbrandingstemperatuur en -druk van mengsels van ammoniumchloride en verschillende nitraten.

Wij hebben de verbranding, met constant volume, van ammoniumchloride in aanwezigheid van kalium-, lithium-, sodium- en bariumnitraat bestudeerd.

De vier diagrammen van figuur 8 stellen de verandering van de druk tijdens de verbranding van 2 gram van deze verschillende mengsels geregistreerd en in kg/cm² uitgedrukt, in functie van de opwarmingstemperatuur voor.

De nitraten en het ammoniumchloride hadden dezelfde korreldikte.

Deze diagrammen tonen aan :

- 1°) dat de verbrandingstemperatuur en de drukstijging door de verbranding van het mengsel veroorzaakt vrij identiek zijn (tabel 12) en dus niet van de aard van het nitraat schijnen afhankelijk te zijn ;
- 2°) dat de verbrandingstemperatuur van het mengsel lager ligt dan de ontbindings- en smeltemperatuur van de verschillende nitraten ; dit blijkt uit de tabellen 12 en 13. In deze laatste zijn de smelt- en ontbindingstemperatuur van de nitraten aangeduid.

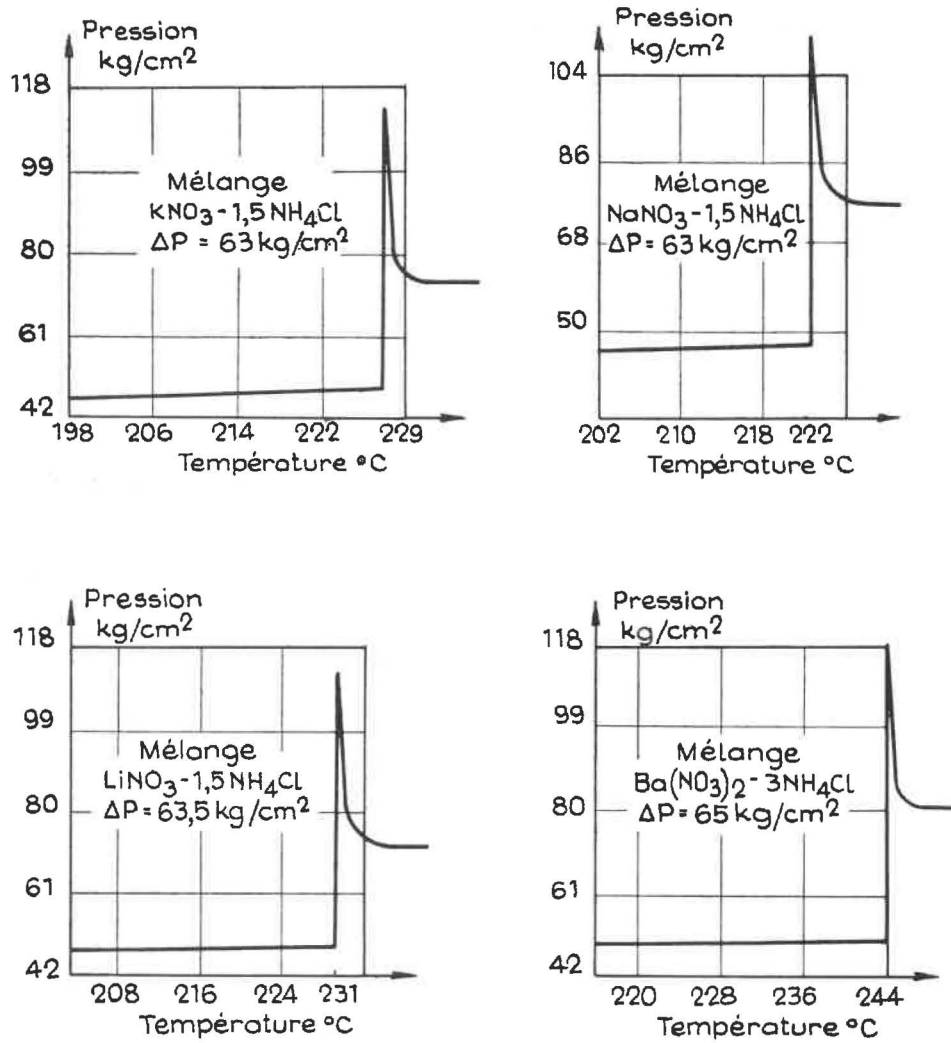


Fig. 8.

Pression kg/cm²: druk kg/cm² — Mélange: mengsel

TABLEAU 12 — TABEL 12

Augmentation de la pression par combustion en bombe de 2 g de mélange.
Drukstijging door de verbranding van 2 g van het mengsel in de bom veroorzaakt.

Mélanges — Mengsels	T° de combustion Verbrandings- temperatuur	ΔP kg/cm ²
$\text{LiNO}_3 - 1,5 \text{NH}_4\text{Cl}$	231° C	63,5
$\text{NaNO}_3 - 1,5 \text{NH}_4\text{Cl}$	228° C	63
$\text{KNO}_3 - 1,5 \text{NH}_4\text{Cl}$	229° C	63
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 - 3 \text{NH}_4\text{Cl}$	244° C	65

TABLEAU 13 — TABEL 13
Propriétés des nitrates alcalins — Eigenschappen van alkali-nitraten.

Nitrates — Nitraten	T° de fusion Smelttemperatuur	T° de décomposition Ontbindings- temperatuur
LiNO ₃	255° C	350° C
NaNO ₃	306,8° C	380° C
KNO ₃	334° C	400° C
Ba(NO ₃) ₂	592° C	600° C

2122. Etude de la combustion du nitrate de potassium en présence de différents sels ammoniques.

Nous avons également étudié la combustion à volume constant du nitrate de potassium en présence des sels ammoniques suivants : NH₄Cl, NH₄Br, NH₄I et (NH₄)₂C₂O₄H₂O.

2122. Studie van de verbranding van kaliumnitraat in aanwezigheid van verschillende ammoniumzouten.

Wij hebben ook de verhouding, met constant volume, van kaliumnitraat in aanwezigheid van de volgende ammoniumzouten : NH₄Cl, NH₄Br, NH₄I en (NH₄)₂C₂O₄H₂O bestudeerd.

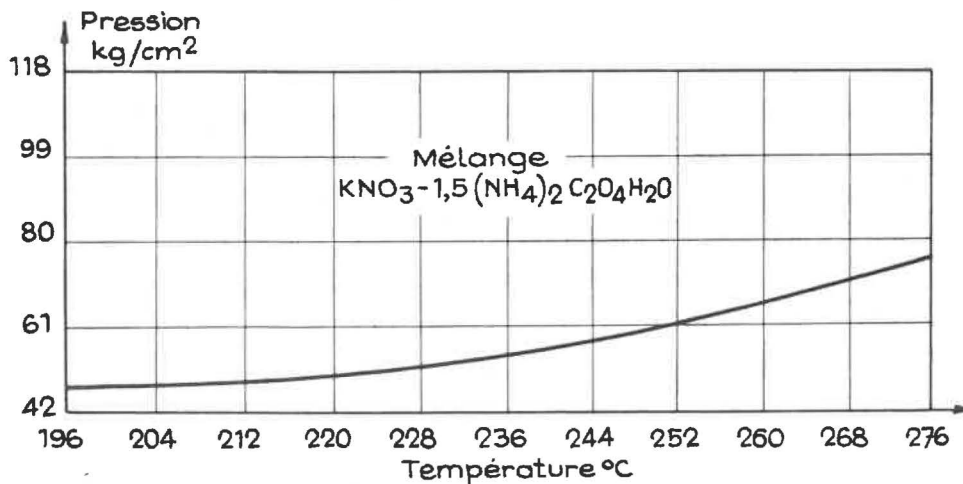
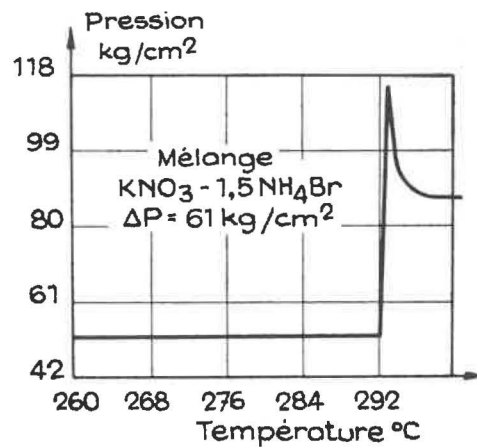
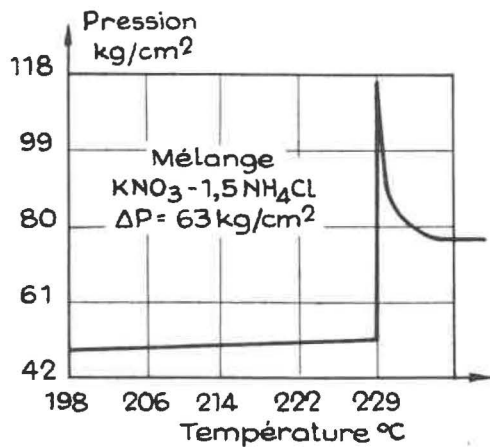


Fig. 9.

Les résultats obtenus sont résumés à la figure 9 ; les diagrammes représentent la pression enregistrée en kg/cm² en fonction de la température de préchauffage au cours de la combustion de 2 g de mélange de même granulométrie.

La température de combustion observée pour le mélange KNO₃ - NH₄I est de 324° C et l'augmentation de pression « Δ P » de 23 kg/cm².

Nous constatons que :

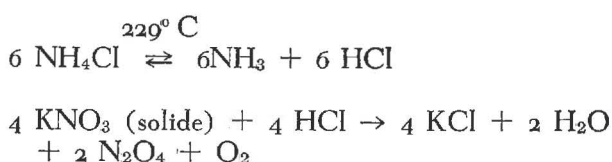
- 1°) le mélange KNO₃ - (NH₄)₂C₂O₄H₂O, porté à une température supérieure à 300°, ne donne pas lieu à une combustion vive ;
- 2°) le mélange KNO₃ - NH₄Cl a la température de combustion la moins élevée, soit 229° C ;
- 3°) la température de combustion des mélanges KNO₃ - halogénures d'ammonium est d'autant plus élevée que l'enthalpie molaire de formation de l'halogénure de potassium correspondant est faible : 78,31 kcal pour l'iodure de potassium, 93,7 kcal pour le KBr et 104,18 kcal pour le KCl.

Remarque : Nous avons aussi constaté que la vitesse de combustion des mélanges est fortement influencée par la granulométrie des sels.

2123. Analyse des résultats.

Les résultats expérimentaux précités permettent de penser que la combustion des mélanges nitrates - halogénures d'ammonium est liée à la mise en liberté de l'acide halogéné au cours de la dissociation du chlorure ammonique et à l'attaque des grains de nitrate par cet acide.

Nous pouvons admettre que, pour le mélange KNO₃ - NH₄Cl, la réaction primaire est :



On sait qu'à la température de 229° C, le NH₄Cl commence à se dissocier ; en effet, le taux de dissociation, calculé pour cette température à partir de la constante d'équilibre et des données thermodynamiques, est de 2 %.

La combustion des mélanges de nitrate alcalin et des halogénures ammoniques est donc due à la combustion vive du mélange gazeux ammoniac-oxyde d'azote-oxygène, formé au cours de la réaction primaire ; la vitesse de formation de ce mélange dépend de la nature de l'acide halogéné lié à la molécule d'ammoniac et de la granulométrie des sels.

La non combustion du mélange KNO₃ - oxalate d'ammonium s'explique par le fait qu'à une tempé-

De bekomen uitslagen zijn in figuur 9 aangegeven ; de diagrammen stellen de tijdens de verbranding van 2 gram van het mengsel van gelijke korrel dikte in kg/cm² geregistreerde druk in functie van de opwarmingstemperatuur voor.

Voor het KNO₃ - NH₄I-mengsel werden een verbrandingstemperatuur van 324° C en een drukstijging « Δ P » van 23 kg/cm² waargenomen.

Men ziet :

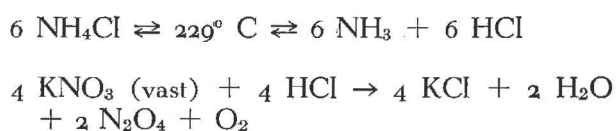
- 1°) dat het KNO₃ - (NH₄)₂C₂O₄H₂O-mengsel, op een temperatuur van meer dan 300° gebracht, geen aanleiding geeft tot een levendige verbranding ;
- 2°) dat het KNO₃ - NH₄Cl-mengsel de laagste verbrandingstemperatuur heeft, n.l. 229° C ;
- 3°) dat de verbrandingstemperatuur van de KNO₃-ammoniumhalogeen-mengsels hoger ligt naargelang de molaire enthalpie van de vorming van het overeenkomstige kaliumhalogeen kleiner is : 78,31 kcal voor kaliumiodide, 93,7 kcal voor kaliumbromide en 104,18 kcal voor kaliumchloride.

Opmerking : Wij hebben ook vastgesteld dat de verbrandingssnelheid van de mengsels sterk beïnvloed wordt door de korrel dikte van de zouten.

2123. Ontleding van de uitslagen.

De hierboven vermelde uitslagen laten toe te denken dat de verbranding van nitraat- en ammoniumhalogeen-mengsels van het vrijkomen van gehalogeend zuur tijdens de ontbinding van het ammoniumchloride en van de inwerking van dat zuur op de nitraatkorrels afhankelijk is.

Wij kunnen aannemen dat de primaire reactie voor het KNO₃-NH₄Cl-mengsel er als volgt uitziet :



Men weet dat NH₄Cl op een temperatuur van 229° C begint te ontbinden ; voor deze temperatuur op de evenwichtsconstante en op de thermodynamische gegevens berekend, bedraagt de dissociatiegraad immers 2 %.

De verbranding van mengsels van alkalinitraat en ammoniumhalogenen dient bijgevolg te worden toegeschreven aan de levendige verbranding van het gasmengsel van ammoniak-stikstofoxyde-zuurstof dat tijdens de primaire reactie ontstaat ; de snelheid waarmee dat mengsel gevormd wordt is afhankelijk van de aard van het gehalogeneerd zuur gekoppeld aan de ammoniakmolecule en aan de korrel dikte van de zouten.

Dat het mengsel van KNO₃ en ammoniumoxalate niet tot verbranding komt, is te verklaren door het

rature inférieure à 400° C (température de décomposition du nitrate), il n'y a pas formation du mélange inflammable $\text{NH}_3 - \text{N}_2\text{O}_4 - \text{O}_2$. En effet, la dissociation de l'oxalate ammonique, suivie de la décomposition de l'acide oxalique en oxyde de carbone et en eau, ne permet pas l'attaque des grains de nitrate et la mise en liberté du comburant, c'est-à-dire des oxydes d'azote et de l'oxygène.

Ces conclusions, valables pour la décomposition thermique de sels ammoniques et de nitrate, se vérifient également lors de la décomposition explosive de ces mêmes mélanges lorsque la teneur en substance explosive (nitroglycérine, acide picrique) est d'environ 10 % comme c'est le cas dans les explosifs à ions échangés belges.

Le tableau 14 montre le travail relatif fourni par 10 g de mélanges explosifs. Les mélanges se différencient par la nature de l'acide lié à la molécule d'ammoniaque.

On voit que le travail fourni par l'oxalate n'est que de quelques pour-cents de celui qui est développé par le chlorure ou le bromure.

fait dat op een temperatuur van minder dan 400° C (de ontbindingstemperatuur van het nitraat) geen ontvlambaar mengsel $\text{NH}_3 - \text{N}_2\text{O}_4 - \text{O}_2$ gevormd wordt.

Door de ontbinding van ammoniumoxalaat gevolgd door de ontbinding van het oxaalzuur in kooloxyde en water kunnen de nitraatkorrels immers niet aangetast en kan de zuurstofdrager d.w.z. de stikstofoxyde en de zuurstof, niet vrijgemaakt worden.

Deze besluiten gelden voor de thermische ontbinding van ammoniumzouten en nitraat; bij de explosieve ontbinding van deze mengsels worden zij ook bevestigd wanneer het gehalte aan explosieve stof (nitroglycerine, picrinezuur), zoals in de Belgische springstoffen met ionenuitwisseling, ongeveer 10 % bedraagt.

In tabel 14 is de betrekkelijke arbeid van 10 g van verschillende ontplofbare mengsels aangeduid. Het verschil tussen de mengsels is gelegen in de aard van het aan de ammoniakmolecule verbonden zuur. Men ziet dat de arbeid door oxalaat geleverd slechts enkele percenten bedraagt van die welke door de chloride of de bromide wordt ontwikkeld.

TABLEAU 14 — TABEL 14

*Travail relatif de différents mélanges explosifs.
Betrekkelijke arbeid van verschillende ontplofbare mengsels.*

Mélanges explosifs (composition en %) Ontplofbare mengsels (percentagewijze samenstelling)					Travail relatif en % Betrekkelijke arbeid in %	Rapport molaire : NH_4X Molaire verhouding : NH_4X KNO_3
$\text{C}_2\text{H}_2\text{OH}$ $(\text{NO}_2)_x$	KNO_3	NH_4Cl	NH_4Br	$(\text{NH}_4)_2$ $\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2\text{O}$		
10	50,15	39,85			100	1,5
10	36,7		53,3		75	1,5
10	52,75			37,25	7	1,5

(Le travail a été déterminé par la méthode de Trauzl qui consiste à faire détoner 10 g d'explosif sous bourrage de sable dans une cavité ménagée dans l'axe d'un bloc de plomb cylindrique de 200 mm de hauteur sur 200 mm de diamètre).

213 Influence de la composition molaire du mélange $\text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ sur la pression de combustion ainsi que sur la teneur en oxydes d'azote dans les gaz brûlés.

Puisque la décomposition du mélange nitrate alcalin - chlorure ammonique ne semble pas passer par une étape intermédiaire où il y aurait formation de NH_4NO_3 mais donne lieu à une série de

(De arbeid werd volgens de methode van Trauzl bepaald, d.w.z. door 10 gram springstof onder een opstopping van zand in een holte in de as van een cilindervormig loden blok van 200 mm hoogte op 200 mm diameter uitgespaard, te doen ontploffen).

213. Invloed van de molaire samenstelling van het $\text{KNO}_3\text{NH}_4\text{Cl}$ -mengsel op de verbrandingsdruk en op het gehalte aan stikstofoxyde van de verbrandingsgassen.

Daar de ontbinding van het mengsel van alkalinitraat en ammoniumchloride niet over een tussenstadium met vorming van NH_4HO_3 schijnt te verlopen, maar een reeks verbrandingsreacties tussen de

réactions de combustion entre l'ammoniaque et les oxydes azotés résultant de la décomposition du chlorure ammonique et du nitrate alcalin, il nous a paru intéressant de voir, pour quel rapport molaire $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{KNO}_3$, la combustion de l'ammoniaque, produit de la décomposition du NH_4Cl , serait complète. C'est en effet, dans ces conditions, que le rendement de la combustion devrait être maximum et la teneur en NO_2 dans les gaz brûlés minimum.

Les résultats expérimentaux obtenus sont résumés sur le graphique de la figure 10.

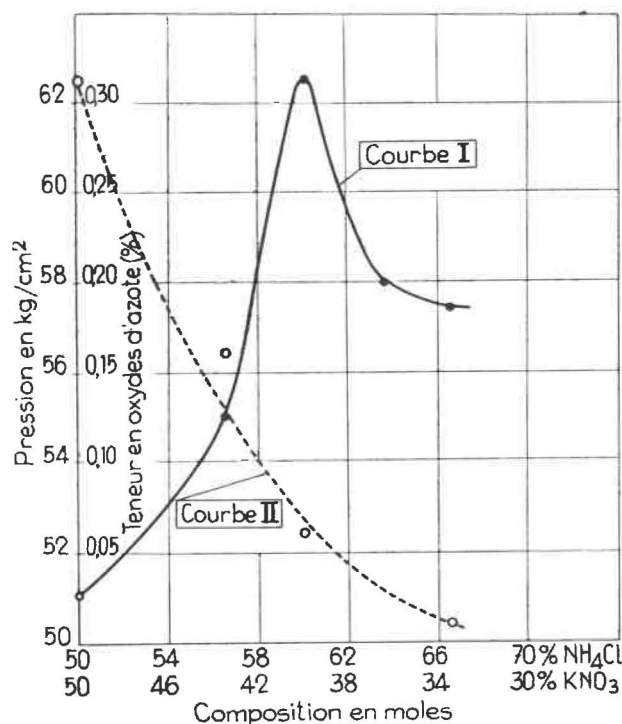


Fig. 10.

En fonction de la composition du mélange $\text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$.
 Courbe I : variation de la pression de combustion.
 Courbe II : variation de la teneur en oxydes d'azote.
 In functie van de samenstelling van het $\text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ -mengsel.

Curve I : verandering van de verbrandingsdruk.
 Curve II : verandering van het gehalte aan stikstofoxyden.
 Pression en kg/cm^2 : druk in kg/cm^2 — Teneur en oxydes d'azote : gehalte aan stikstofoxyden — Composition en moles : samenstelling in mol

La courbe I du diagramme représente la variation de la pression exprimée en kg/cm^2 au cours de la combustion de 2 g de mélange $\text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ de même granulométrie, en fonction de la composition du mélange exprimée en moles.

La courbe II donne la variation de la teneur en oxydes d'azote (exprimée en %) trouvée dans le gaz de combustion, en fonction de la composition du mélange.

214. Conclusions de l'étude en laboratoire.

Comme le montre le diagramme qui précède, l'enrichissement en chlorure ammonique, du mélange équimoléculaire $\text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$, a pour effet :

ammoniak en de stikstofoxyden uit de ontbinding van het ammoniumchloride en het alcalinitraat ontstaan, uitlokt, hebben wij het belangwekkend gevonden na te gaan voor welke molaire verhouding $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{KNO}_3$ de verbranding van de ammoniak uit de ontbinding van het NH_4Cl ontstaan volledig is. Onder die omstandigheden zou het nuttig effect van de verbranding immers het grootst en het NO_2 -gehalte in de verbrandingsgassen het kleinst moeten zijn.

De uitslagen van de proeven zijn in figuur 10 aangeduid.

Curve I van het diagram stelt de verandering van de druk (in kg/cm^2) tijdens de verbranding van 2 gram van het $\text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ -mengsel van gelijke korrel dikte in functie van de samenstelling van het mengsel (in mol) voor.

Curve II stelt de verandering van het gehalte aan stikstofoxyde (in %) van de verbrandingsgassen in functie van de samenstelling van het mengsel voor.

214. Besluiten van het laboratoriumonderzoek.

Zoals uit bovenstaand diagram blijkt, heeft de verhoging van het ammoniumchloride gehalte van het equimoleculaire $\text{KNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$ -mengsel tot gevolg :

- dat het gehalte aan stikstofoxyden van de verbrandingsgassen vermindert ;
- dat de verbrandingsdruk over een maximum loopt, dat bereikt is wanneer het mengsel ongeveer 1,5 mol ammoniumchloride tegen 1 mol kaliumnitraat bevat.

22. PROEF TOT VASTSTELLING VAN DE ONTVLAMBAARHEID VAN KOLENSTOF

221. Inleiding en proeftechniek.

Wij hebben de ontvlambaarheid van kolenstof bestudeerd door waarneming van de snelheid van de verbranding, onder insluiting, van dat stof goed gemengd met kaliumnitraat in de verhouding 21,7 tegen 78,3 ; voor die verhouding is de verbrandingsnelheid van het mengsel het grootst.

De verbranding van de kolen met het kaliumnitraat wordt aangezet door het mengsel, dat vooraf in een met stikstof onder een druk van 33 kg/cm^2 gevulde bom gestopt werd te verwarmen.

De verbranding van de verschillende soorten kolen die wij bestudeerd hebben vangt aan op een temperatuur van 405° C ; de samenstelling van de kolen heeft geen invloed op deze temperatuur.

De voortplantingssnelheid van de levendige verbranding van het mengsel wordt bepaald door de drukverandering, die tijdens de verbranding door middel van een piëzo-elektrische inrichting geregistreerd wordt.

Het oscillogram van figuur 11 stelt de verandering van de tijdens de deflagratie van 2 gram van

- a) de diminuer la teneur en oxydes d'azote des gaz dégagés par la combustion ;
- b) de faire passer la pression de combustion par un maximum qui est atteint lorsque le mélange contient environ 1,5 mole de chlorure ammonique pour 1 mole de nitrate de potassium.

22. ESSAI DE DETERMINATION DE L'INFLAMMABILITE DES POUSSIÈRES DE CHARBON

221. Introduction et technique expérimentale.

Nous avons étudié l'inflammabilité des poussières de charbon en observant la vitesse de combustion sous confinement de ces poussières mélangées intimement avec du nitrate de potassium à raison de 78,3 % de nitrate de potassium ; c'est pour cette composition que la vitesse de combustion du mélange comburant-combustible est la plus élevée.

La combustion entre le charbon et le nitrate de potassium est amorcée en chauffant le mélange préalablement introduit dans une bombe contenant de l'azote sous une pression de 33 kg/cm².

La combustion des différents charbons que nous avons étudiés est amorcée à une température de 405° C, cette température n'est pas influencée par la composition du charbon. La vitesse de propagation de la combustion vive du mélange comburant-combustible est déterminée à partir de la variation de la pression, qui est enregistrée durant la combustion par un équipement piézoélectrique.

L'oscillogramme de la figure 11 représente la variation de la pression enregistrée, en fonction du temps, au cours de la déflagration de 2 grammes de mélange de KNO₃ et de charbon à 29,72 % de matières volatiles.

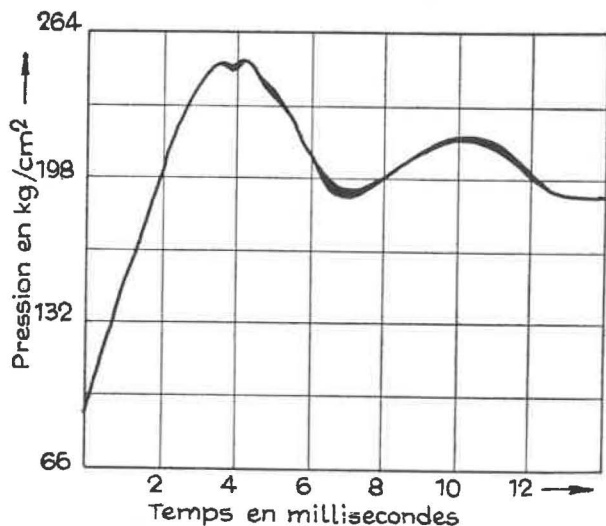


Fig. 11.

Pression en kg/cm² : druk in kg/cm² — Temps en millisecondes : tijd in milliseconden

het mengsel van KNO₃ en kolen met 29,72 % vluchtige bestanddelen in functie van de tijd geregistreerde druk voor.

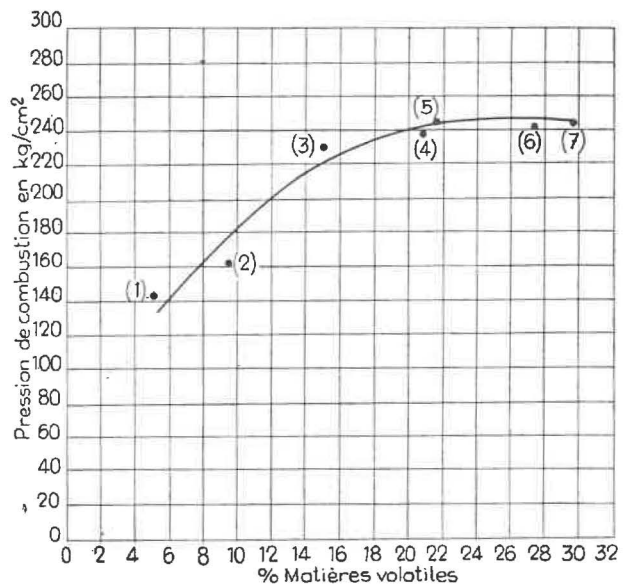


Fig. 12.

Mélange KNO₃ - charbon. Variation de la pression de combustion en fonction de la teneur en matières volatiles du charbon.

KNO₃ - kolen-mengsel. Verandering van de verbrandingsdruk in functie van het gehalte aan vluchtige bestanddelen van de kolen.

Pression de combustion : verbrandingsdruk — Matières volatiles : vluchtige bestanddelen

De verbrandingssnelheid van het mengsel wordt berekend op de grootste verandering van de verbrandingsdruk per tijdseenheid ; zij wordt uitgedrukt in kilogram per vierkante centimeter en per milliseconde.

De proefinrichting is dezelfde als die welke voor de eerste studie gebruikt werd en onder het nummer 211 beschreven is.

222. Uitslagen van de proeven en besluit.

Wij hebben voor een constant volume de tijdens de verbranding van verschillende soorten kolen in aanwezigheid van kaliumnitraat geregistreeerde verbrandingssnelheid en maximumdruk waargenomen.

De grafieken van de figuren 12 en 13 stellen de maximumdruk (in kg/cm²) en de maximumverandering van de druk per tijdseenheid (in kg per cm² en per milliseconde uitgedrukt) tijdens de verbranding van 2 gram van het mengsel, in functie van het gehalte aan vluchtige bestanddelen van de kolen voor.

Uit deze diagrammen kan worden afgeleid :

- 1°) dat de verbrandingsdruk van het kolen-kaliumnitraat-mengsel gelijktijdig met het gehalte aan

La vitesse de combustion du mélange est calculée à partir de la variation maximum de la pression de combustion par unité de temps ; elle est exprimée en kilogrammes par centimètre carré et par milliseconde.

Le dispositif expérimental est le même que celui qui a été utilisé pour la première étude et qui est décrit au marginal 211.

222. Résultats expérimentaux et conclusion.

Nous avons observé, à volume constant, la vitesse de combustion et la pression maximum enregistrées au cours de la combustion de différents charbons en présence de nitrate de potassium.

Les graphiques des figures 12 et 13 représentent, en fonction de la teneur en matières volatiles du charbon, la pression maximum exprimée en kg/cm^2 et la variation maximum de la pression par unité de temps exprimée en kilogrammes par centimètre carré et par milliseconde au cours de la combustion de 2 grammes de mélange.

De l'examen de ces diagrammes, on peut conclure :

- 1^o) Que la pression de combustion du mélange charbon-nitrate de potassium augmente en même temps que la teneur en matières volatiles et cela jusqu'à 21 % environ de matières volatiles pour rester ensuite sensiblement constante.
- 2^o) Que la vitesse de combustion vive du mélange augmente également en fonction de la teneur en matières volatiles mais que cette corrélation n'est pas parfaite, puisque nous constatons que des charbons, contenant moins de matières volatiles, brûlent en présence de nitrate de potassium avec une vitesse plus élevée que d'autres charbons plus riches en matières volatiles : charbon 3 et charbon 4 ; charbon 5 et charbons 6 et 7.

Or, il est certain que le degré d'inflammabilité d'un charbon est lié surtout à la vitesse de combustion de celui-ci en milieu oxydant. Nos résultats sont donc en bon accord avec les observations faites par MM. Loison et Chauvin (*) à savoir que la teneur en matières volatiles d'un charbon n'est pas le seul facteur qui détermine le degré d'inflammabilité de celui-ci.

Nous comptons poursuivre nos recherches en étudiant tout spécialement des charbons dont la concentration en matières volatiles est comprise entre 5 et 15 %.

Je remercie MM. FALLY et SAMAIN, ingénieurs-techniciens, ainsi que M. DELMOTTE, pour leur collaboration dévouée.

(*) Mécanisme de l'inflammation des poussières de charbon par R. Loison et R. Chauvin, 11^e Conférence internationale des Directeurs des stations d'essais - Aix-les-Bains - juillet 1963.

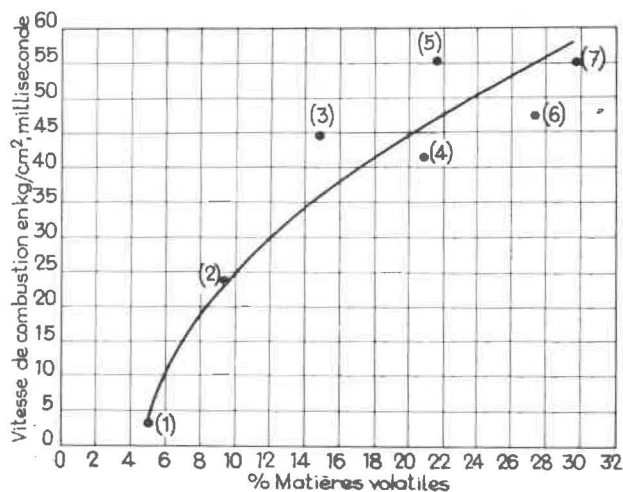


Fig. 13.

Mélange KNO_3 - charbon. Variation de la vitesse de combustion en fonction de la concentration en matières volatiles du charbon.

KNO_3 - kolen-mengsel. Verandering van de verbrandingsnelheid in functie van het gehalte aan vluchtige bestanddelen van de kolen.

Vitesse de combustion : verbrandingsnelheid — Matières volatiles : vluchtige bestanddelen

vluchtige bestanddelen toeneemt, en wel tot ongeveer 21 % vluchtige bestanddelen, en daarna vrij constant blijft.

- 2^o) dat de snelheid van de levendige verbranding van het mengsel ook in functie van het gehalte aan vluchtige bestanddelen toeneemt, maar dat dit verband niet helemaal opgaat, aangezien vastgesteld wordt dat sommige kolen met minder vluchtige bestanddelen in aanwezigheid van kaliumnitraat sneller branden dan andere kolen die meer vluchtige bestanddelen bevatten : kolen 3 en kolen 4 ; kolen 5 en kolen 6 en 7.

Nu staat het vast dat de ontvlambaarheidsgraad van een soort kolen vooral afhankelijk is van de verbrandingssnelheid van die kolen in een oxyderend midden. Onze uitslagen stemmen dus goed overeen met de waarnemingen die de heren Loison en Chauvin gedaan hebben (*), n.l. dat het gehalte aan vluchtige bestanddelen van een soort kolen niet de enige factor is die de ontvlambaarheidsgraad van die kolen bepaalt.

Wij denken onze opzoekingen voort te zetten door speciaal kolen met van 5 tot 15 % vluchtige bestanddelen te bestuderen.

Ik dank de heren FALLY en SAMAIN, technische ingenieurs, en de heer DELMOTTE voor hun toegewijde medewerking.

(*) Mécanisme de l'inflammation des poussières de charbon, door R. Loison en R. Chauvin, 11^e internationale conferentie van de directeurs van proefstations - Aix-les-Bains - juli 1963.