

MINISTERSTWO SPRAW WOJSKOWYCH

Sap. 5.  
1928

# **INSTRUKCJA SAPERSKA**

## **MATERJAŁY WYBUCHOWE**



**WARSZAWA 1929**



Sap. 5.  
1928

# INSTRUKCJA SAPERSKA

## MATERJAŁY WYBUCHOWE

Kolekcja  
Emila Kornasia



WARSZAWA 1929



CM KKK

327108

Biblioteka  
Książki

Wpisano do Księgi Akcesji

Akc. DI nr <sup>74</sup>...../2014/.....<sup>04</sup>

---

Zatwierdzone do użytku służbowego przez Szefa Sztabu  
Głównego pismem Oddziału III Szt. Głów. L. 4391/Wyszk.  
z dnia 12/XII-1928 r.

---



# SPIS RZECZY.

	Strona
ROZDZIAŁ A. OGÓLNE POJĘCIE O MATERJAŁACH WYBUCHOWYCH. AMUNICJA SAPERSKA. . .	1
1. Wstęp.	
1. Określenie. . . . .	1
2. Odmiany materiałów wybuchowych. . . . .	1
3. Zjawisko rozkładu wybuchowego. . . . .	1
4. Zjawisko detonacji. . . . .	2
5. Siła krusząca. . . . .	2
6. Materiały wybuchowe pobudzające. . . . .	2
7. Detonatory pośrednie. . . . .	3
8. Zastosowanie materiałów wybuchowych. . . . .	3
2. Trotyl.	
9. Pojęcie ogólne. . . . .	3
10. Właściwości fizyczne. . . . .	4
11. Wpływ temperatury. . . . .	4
12. Wrażliwość na działanie mechaniczne. . . . .	4
13. Właściwości chemiczne. . . . .	5
14. Wpływ wody. . . . .	5
15. Działanie fizjologiczne. . . . .	5
16. Pobudzanie trotylu. . . . .	5
17. Gazy powybuchowe. . . . .	6
3. Amunicja saperska wz. 28	
18. Pojęcie ogólne. . . . .	6
19. Naboje wiertnicze. . . . .	6

## VI

	Strona
20. Naboje 200 g. . . . .	7
21. Naboje 1 kilogramowe . . . . .	7
22. Znakowanie naboji . . . . .	8
23. Amunicja saperska wz. 23 . . . . .	9
24. Załadowanie amunicji saperskiej wz. 28 . . . . .	9
25. Przechowywanie amunicji saperskiej wz. 28 . . . . .	10
4. Proch czarny.	
26. Uwaga . . . . .	10
ROZDZIAŁ B. ŚRODKI ZAPALAJĄCE. . . . .	11
1. Pojęcia ogólne.	
27. Sposoby zapalania . . . . .	11
2. Słłonka wz. 28.	
28. Opis . . . . .	11
29. Opakowanie . . . . .	12
30. Środki ostrożności . . . . .	13
31. Detonacja słłonki . . . . .	14
3. Lont prochowy.	
32. Opis . . . . .	14
33. Sposoby zapalania . . . . .	15
34. Próby przed użyciem . . . . .	16
35. Opakowanie . . . . .	16
36. Przedłużanie lontu . . . . .	18
37. Połączenie lontu ze słłonką . . . . .	18
38. Połączenie słłonki i lontu z nabojem . . . . .	19
4. Zapalnik czasowy.	
39. Opis . . . . .	21
5. Zapalnik iglicowy.	
40. Opis . . . . .	23



## VII

	Strona
41. Sposób obchodzenia się . . . . .	23
42. Połączenie zapalnika ze spłonką. . . . .	25
43. Połączenie zapalnika z lontem prochowym. . . . .	25
44. Zabezpieczenie od wilgoci . . . . .	25
6. Lont wybuchowy.	
45. Opis . . . . .	26
46. Opakowanie . . . . .	27
47. Zachowanie ostrożności przy krajaniu. . . . .	28
48. Połączenie lontu wybuchowego ze spłonką. . . . .	29
49. Połączenie lontu wybuchowego z lontem prochowym . . . . .	29
50. Połączenie lontu wybuchowego, zaopatrzonego w spłonkę z nabojem. . . . .	32
51. Łączenie lontów wybuchowych ze sobą. . . . .	36
52. Zapalanie min . . . . .	37
53. Zabezpieczenie sieci lontów wybuchowych. . . . .	38
7. Zapalanie zapomocą przeniesienia detonacji.	
54. Ogólne . . . . .	39
55. Przenoszenie detonacji saperskiej amunicji wybuchowej . . . . .	39
56. Rozprzestrzenienie wybuchu na odległość przy magazynach, w których znajduje się materiał wybuchowy. . . . .	40
ROZDZIAŁ C. ZAPALANIE ELEKTRYCZNE. . . . .	
1. Wstęp.	
57. Charakterystyka zapalania elektrycznością . . . . .	41
58. Podział sprzętu i materiału elektrominerskiego. . . . .	41
2. Opis sprzętu elektrominerskiego.	
59. Zapalnik elektryczny wz. 28 . . . . .	42

## VIII

	Strona
60. Zapalarka elektryczna wz. 23 . . . . .	44
61. Opis czynności zapalania zapalarką . . . . .	50
62. Utrzymanie sprawności zapalarki. . . . .	51
63. Ogniwa telefonowe jako źródła energii do za- palania . . . . .	52
64. Przewodnik minerski . . . . .	53
65. Inne przewodniki . . . . .	54
66. Bęben do przewodnika minerskiego . . . . .	55
67. Taśma izolacyjna . . . . .	56
68. Szpagat konopny . . . . .	56
69. Szczypce uniwersalne. . . . .	57
70. Nóż uniwersalny. . . . .	58
71. Galwanoskop minerski . . . . .	58
72. Opakowanie sprzętu . . . . .	62
3. Sprawdzanie sprzętu i materiału elektro-minerskiego.	
73. Sprawdzanie działania i czułości galwanoskopy minerskiego . . . . .	63
74. Sprawdzanie zapalników. . . . .	63
75. Sprawdzenie przewodnika minerskiego. . . . .	65
76. Sprawdzanie zapalarki . . . . .	65
77. Sprawdzanie ogniów telefonowych. . . . .	66
78. Sprawdzenie sieci zapalników elektrycznych .	68
4. Budowa sieci zapalników elektrycznych.	
79. Ogólne zasady budowy sieci . . . . .	70
80. Maskowanie przewodnika . . . . .	71
81. Skrzyżowanie sieci z drogami i ścieżkami . .	72
82. Sieć w bliskości kolei elektrycznej oraz elek- trycznych zasieków . . . . .	72
83. Ochrona sieci przed wyladowaniami elektrycz- nymi . . . . .	72
84. Pozwianie przewodnika minerskiego . . . . .	73

## IX

	Strona
85. Złącza przewodnika minerskiego . . . . .	74
86. Obliczanie dopuszczalnej ilości zapalników włączonych w sieć . . . . .	79
87. 1-szy przykład liczbowy . . . . .	79
88. Tabele . . . . .	82
89. 2-gi przykład liczbowy . . . . .	83
90. Urządzenie tabliczki rozdzielczej . . . . .	87
 ROZDZIAŁ D. SIEĆ PRZEWODÓW OGNIOWYCH. . . . .	 94
91. Sposób zapalania min. . . . .	94
92. Zapalanie jednoczesne . . . . .	94
93. Zapalanie w jednym ogniu . . . . .	94
94. Zapalanie pojedyncze i podwójne . . . . .	95
95. Zapalanie podwójne. Oba przewody z lontu wybuchowego. . . . .	97
96. Zapalanie podwójne. Jeden przewód elektryczny, drugi z lontu wybuchowego . . . . .	98
97. Zabezpieczanie przewodów. . . . .	99
 ROZDZIAŁ E. SPORZĄDZANIE MIN. . . . .	 101
1. Pojęcia ogólne,	
98. Określenie miny. . . . .	101
99. Określenie ładunku. . . . .	101
100. Nabój. . . . .	101
101. Nabój zapalowy. . . . .	101
2. Rodzaje min.	
102. Podział . . . . .	101
103. Składanie min. . . . .	102
104. Składanie min wydłużonych . . . . .	103
105. Objętość i składanie min skupionych . . . . .	104
106. Przenośne miny skupione . . . . .	105
107. Opakowanie min skupionych . . . . .	106

## 3. Zagłuszanie.

108. Sposób zagłuszania. . . . .	106
109. Zabezpieczenie przewodów ogniowych . . . . .	107

## Z A Ł A C Z N I K.

ROZDZIAŁ A. MATERJAŁY WYBUCHOWE UŻYWANE W WOJSKACH OBCYCH. . . . .	111
---	-----

## 1. Kwas pikrynowy.

1. Właściwości chemiczne i fizyczne. . . . .	111
2. Zastosowanie jako materiału wybuchowego . . . . .	112
3. Amunicja wybuchowa wojska czechosłowackiego i austriackiego. . . . .	112
4. Amunicja wybuchowa wojska niemieckiego . . . . .	115
5. Amunicja wybuchowa wojska francuskiego . . . . .	115

## 2. Nitroceluloza.

6. Otrzymywanie. Właściwości. . . . .	117
7. Właściwości piroksyliny . . . . .	118
8. Amunicja wybuchowa wojska rosyjskiego. . . . .	120

## 3. Tetryl.

9. Właściwości. Zastosowanie . . . . .	122
4. Materiał pobudzający. — Rtęć piorunująca.	
10. Właściwości chemiczne i fizyczne . . . . .	124
11. Spłonki . . . . .	124
5. Materiał pobudzający. — Azotek ołowiu.	
12. Właściwości. Zastosowanie . . . . .	125

6. Górnictwo i materiały wybuchowe.	
13. Ogólnie . . . . .	126
14. Podział górniczych materiałów wybuchowych . . . . .	126
15. Powietrzne górnicze materiały wybuchowe . . . . .	126
16. Skalne materiały wybuchowe . . . . .	127
17. Dobór górniczych materiałów wybuchowych . . . . .	127
7. Proch czarny.	
18. Skład prochu . . . . .	127
19. Właściwości fizyczne . . . . .	128
20. Pył prochowy . . . . .	129
21. Zapalanie prochu . . . . .	129
22. Wpływ opakowania i sposobu pobudzania . . . . .	130
8. Saletra wybuchowa.	
23. Właściwości ogólne . . . . .	130
9. Materiały wybuchowe z azotanem amonu, zwane amonitami.	
24. Właściwości. Skład chemiczny . . . . .	131
25. Produkcja w Polsce . . . . .	132
10. Materiały wybuchowe chloranowe i nadchloranowe	
26. Właściwości. Skład chemiczny . . . . .	132
11. Nitrogliceryna i dynamity.	
27. Nitrogliceryna . . . . .	133
28. Dynamit krzemkowy . . . . .	134
29. Żelatyna wybuchowa . . . . .	134
30. Dynamity żelatynowe . . . . .	135
12. Płynne powietrze.	
31. Zastosowanie płynnego powietrza jako materiału wybuchowego . . . . .	136

## 13. Prochy bezdymne.

32. Właściwości. Odmiany. . . . .	138
14. Przewóz materiałów wybuchowych na kolejach żelaznych, samochodami i podwodami oraz na drogach wodnych.	
33. Postanowienia obowiązujące. . . . .	140
34. Przewóz kolejami. Przepisy ogólne . . . . .	140
35. Przesyłki próbek materiałów wybuchowych . .	141
36. Opakowanie. Nadawanie . . . . .	141
37. Przewóz. Eskorta. . . . .	142
38. Odbiór. . . . .	142
39. Przewóz materiałów wybuchowych, samochodami i podwodami . . . . .	143
40. Przewóz drogami wodnymi . . . . .	145
15. Przepisy przechowywania i konserwacji saperskiej amunicji wybuchowej.	
41. Magazyny materiałów wybuchowych. . . . .	145
42. Przepisy o przechowaniu i konserwacji. . . .	145
43. Ustawianie skrzyń z materiałami wybuchowymi.	145
44. Grupy materiałów wybuchowych . . . . .	145
45. Zakaz wspólnego przechowywania. . . . .	146
ROZDZIAŁ B. ZAPALANIE ELEKTRYCZNE . . . . .	148
1. Zapalarki elektryczne.	
46. Zapalarki elektryczne . . . . .	148
2. Zapalniki elektryczne.	
47. Różne zapalniki elektryczne. . . . .	154
48. Postępowanie z zapalnikami elektrycznymi nieznanego typu . . . . .	157

## ROZDZIAŁ A.

### OGÓLNE POJĘCIE O MATERJAŁACH WYBUCHOWYCH. AMUNICJA SAPERSKA.

#### 1. Wstęp.

Materiały wybuchowe są to związki chemiczne lub mieszaniny ciał, które pod działaniem pewnych bodźców, czyli *pobudzone* w odpowiedni sposób, ulegają szybkiej przemianie chemicznej, połączonej z wydzieleniem dużej ilości gazów o wysokiej temperaturze.

1.  
Określenie.

Materiały wybuchowe o ograniczonej szybkości rozkładu wybuchowego nazywają się *miotającymi* czyli *prochami*; materiały wybuchowe o największej szybkości rozkładu nazywają się *kruszącymi*. Trzecią odmianę stanowią materiały wybuchowe *pobudzające*, które służą jako bodziec do spowodowania rozkładu wybuchowego.

2.  
Odmiany materiałów wybuchowych.

Przemiana chemiczna, zachodząca podczas wybuchu, polega prawie zawsze na szybkim spłonięciu pierwiastków palnych (węgla,

3.  
Zjawiskorożkładu wybuchowego.

wodoru, siarki), wchodzących w skład danego związku, lub mieszaniny wybuchowej. To spłnienie odbywa się kosztem tlenu związanego w materiałach wybuchowych, dlatego są one albo związkami, które zawierają w swej cząsteczce chemicznie złączone pierwiastki palne i tlen (np. nitrogliceryna, nitroceluloza, nitrozwiazki aromatyczne), albo mieszaninami ciał palnych (węgiel, siarka, mąka drzewna, naftalen) i związków utleniających (saletra sodowa, potasowa, amonowa, chlorany, nadchlorany).

4.  
Zjawisko  
detonacji.

Rozkład wybuchowy z największą szybkością nazywa się *detonacją*.

5.  
Siła  
krusząca.

Od szybkości i przebiegu rozkładu wybuchowego zależy szybkość wywiązywania się gazów i szybkość wzrostu ich ciśnienia. Im prędzej się rozkłada materiał wybuchowy, tem szybciej wywiązuje on gazy i tem szybciej wzrasta ich ciśnienie. W materiałach wybuchowych kruszących jest wzrost ciśnienia gazów, wywiązujących się podczas detonacji, tak nagły i silny, że kruszy, tnie i niszczy przedmioty, z którymi materiał się stykał. Tę właściwość przypisuje się t. zw. *sile kruszącej*.

6.  
Materiały  
wybuchowe  
pobudzające.

Materiały wybuchowe pobudzające należą do najwrażliwszych ciał wybuchowych, które pod wpływem ogrzania, zapalenia, tarcia lub uderzenia detonują, detonacja ich zaś jest



bodźcem dla rozkładu kruszącego materiału wybuchowego. Materiałów wybuchowych pobudzających używa się w spłonkach.

Niektóre materiały wybuchowe stosowane w wojsku są bardzo mało wrażliwe, a bezpośrednio pobudzenie ich przez spłonkę jest prawie niemożliwe (np. wilgotna piroksyliną, trotyl lany). W takich wypadkach do ich pobudzenia używa się detonatorów pośrednich. Są to związki wybuchowe bardziej wrażliwe, które pobudzone przez spłonkę, przenoszą wybuch na całą masę kruszącego materiału wybuchowego.

Materiałów wybuchowych kruszących używa się w praktyce wszędzie, gdzie chodzi o skruszenie lub przebicie twardych przedmiotów (mury, żelazo, drzewo). Materiałów wybuchowych miotających używa się tam, gdzie chodzi o wyrzucenie (broń palna) lub słabsze kruszące działanie (fugasy, działanie przeciwlodowe).

## 2. Trotyl.

Trotyl (2, 4, 6 trójnitrotoluen  $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$ ) jest materiałem wybuchowym kruszącym i odpowiada najlepiej wymaganiom wojskowym. Stosuje się dziś powszechnie pod różnymi nazwami, jak: we Francji—tolite; w Niemczech—

7.  
Detonatory  
pośrednie.

8.  
Zastosowanie  
materiałów  
wybuchowych.

9.  
Pojęcie  
ogólne.

Sprengmunition —02,Fp.02; w Stanach Zjednoczonych T.N.T.; w Rosji — toł; we Włoszech — tritolo. Trotyl otrzymuje się fabrycznie przez działanie stężonych kwasów azotowego i siarkowego na toluen, produkt dystalacji węgla kamiennego.

10.  
Właściwości  
fizyczne.

Trotyl jest ciałem stałym, krystalicznym; w stanie sproszkowanym posiada ciężar właściwy około 0,9. Przez prasowanie lub topienie i zestalenie można podnieść jego ciężar gatunkowy do 1,62. Barwa trotylu prasowanego jest jasno-żółta, lany ma barwę cokolwiek ciemniejszą, a na przelomie budowę krystaliczną. Pod wpływem działania promieni słonecznych jasno-żółta barwa trotylu przechodzi w brązową; zjawisko to jest tylko powierzchowne i nie zmniejsza jego wartości wybuchowej.

11.  
Wpływ tem-  
peratury.

Trotyl ogrzewany topi się mniej więcej w temperaturze 80° C, ogrzany wyżej, rozkłada się powoli, wydzielając gazy. Zapalony trotyl topi się i spala się spokojnie, wydzielając jednocześnie znaczne ilości sadzy.

12.  
Wrażliwość  
na działanie  
mechaniczne.

Trotyl jest mało wrażliwy na działanie mechaniczne; jest zupełnie bezpieczny w ręcznej manipulacji. Nabój trotylu prasowanego lub lanego, trafiony pociskiem karabinowym z odległości 20 kroków nie wybuchł.

Pod względem chemicznym jest ciałem trwałym t. j. nie zmienia się w czasie przechowywania. Przy zetknięciu z metalami lub innymi ciałami zachowuje się obojętnie.

13.  
Właściwości  
chemiczne.

Jest mało wrażliwy na wilgoć; nie posiada zdolności przyciągania pary wodnej z powietrza; w wodzie jest prawie nierozpuszczalny. (W 100 cz. wody przy 15° C rozpuszcza się 0,02 cz.).

14.  
Wpływ wody.

Nie posiada właściwości barwienia, w smaku gorzkawy, jest ciałem trującym. Pył luźnego trotylu drażni błony śluzowe gardła i nosa; w stanie sprasowanym lub stopionym pyłu nie wydziela.

15.  
Działanie  
fizjologiczne.

Trotyl jest materiałem wybuchowym mało wrażliwym i z tego powodu dla wywołania detonacji należy używać odpowiednio silnych spłonek. Spłonki, zawierające wyłącznie rtęć piorunującą, są w użyciu niepewne. Trotyl detonuje dobrze od spłonek trotylowo-rtęciowych, a jeszcze lepiej od tetrylowo-rtęciowych. Trudność pobudzania trotylu wzrasta ze zwiększeniem gęstości. Trotyl lany jest tak mało wrażliwy, że wymaga zawsze detonatora pośredniego, kwasu pikrynowego lub słabo prasowanego trotylu. Zachowuje całkowicie zdolność detonowania pod wodą.

16.  
Pobudzanie  
trotylu.

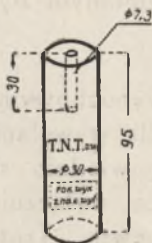
17.  
Gazy powy-  
buchowe.

Gazy powstające przy detonacji trotylu zawierają znaczne ilości trującego tlenku węgla, jak również wiele niespalonego węgla, ukazującego się w postaci czarnego dymu. Praca zapomocą trotylu w chodnikach podziemnych jest niebezpieczna ze względu na silnie trujące właściwości tlenku węgla.

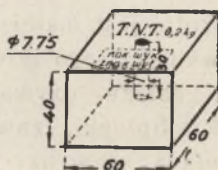
### 3. Amunicja saperska wz. 28.

18.  
Pojęcie  
ogólne.

Amunicja saperska wzór 28 składa się z naboju wiertniczych 100 g, naboju 200 g i 1 kilogramowych. Do wyrobu amunicji saperskiej



Rys. 1.




Rys. 2.

wz. 28 służy wyłącznie trotyl prasowany, gęstości około 1,5.

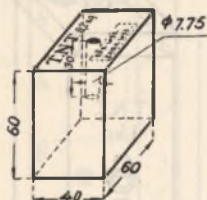
19.  
Naboje  
wiertnicze.

Naboje wiertnicze 100 g (rys. 1) mają kształt walca; w jednej z jego podstaw znajduje się otwór do umieszczenia spłonki. Nabój jest zawinięty w podwójny parafinowany pa-

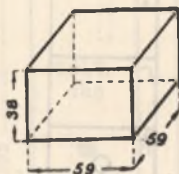
pier pergaminowy, przyczem otwór na spłonkę jest całkowicie zaklejony; jego miejsce oznacza czarny krążek.

 Naboje 200 g posiadają kształt kostek i są wykonywane w trzech odmianach A, B i C, o wymiarach podanych na rysunkach Nr. 2, 3, 4. Tylko kostki z otworami na spłonkę t. j. odmiany A i B są używane jako oddzielne nabo-

20.  
Naboje 200 g.



Rys. 3.



Rys. 4.

je, wszystkie zaś trzy rodzaje kostek służą do składania ładunków 1 kilogramowych.

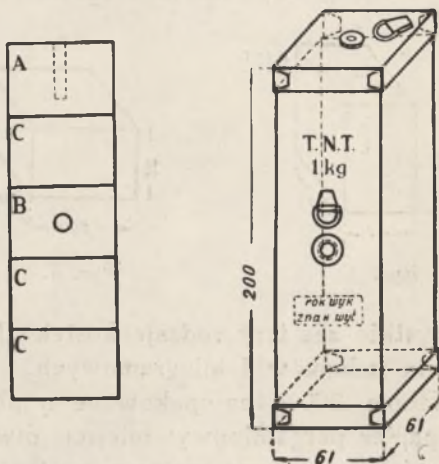
Naboje 200 g są opakowane w parafinowany papier pergaminowy; miejsce otworu na spłonkę jest oznaczone czarnym krążkiem.

Naboje 1 kilogramowe są składane z kostek 200 g; sposób składania naboji 1 kg jest uwidoczniiony na rys. Nr. 5 i Nr. 6. Opakowanie naboji 1 kilogramowych jest dwóch rodzajów: metalowe i papierowe. Opakowanie metalowe jest wykonane w postaci puszki z białej blachy. Na pokrywce puszki, oraz w jednej

21.  
Naboje 1  
kilogramowe.

z bocznych ścianek znajdują się tulejki do umieszczenia spłonki; obok otworów są przy-lutowane języczki z kólkami.

Naboje są malowane farbą olejną koloru ochronnego. Naboje 1 kilogramowe w opakowaniu papierowym składane są wyłącznie z kostek A i B, które po wyjęciu z opakowania mogą służyć każda oddzielnie jako nabój 200 g.



Rys. 5.

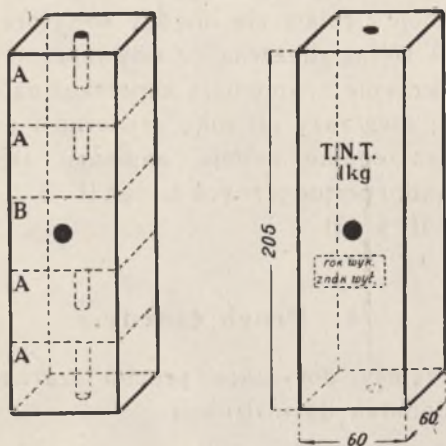
Opakowanie naboji 1 kilogramowych jest wykonane z papieru pergaminowego.

22.  
Znakowanie  
naboi.

Naboje amunicji saperskiej wz. 28 posiadają napis: T.N.T. ciężar naboju, rok wykonania i markę fabryczną.

Przed wprowadzeniem amunicji saperskiej wz. 28 używano amunicji wz. 23, wykonanej z trotylu lanego z kwasem pikrynowym, lub trotylem prasowanym jako detonatory pośrednie. Do tego rodzaju amunicji należały naboje wiertnicze 100 g, w opakowaniu papierowym oraz 0,5 kg i 1 kg w opakowaniu metalowym.

23.  
Amunicja sa-  
perska  
wz. 23.



Rys. 6.

Opisane naboje trotylu układane są w odpowiedni sposób do przepisowych skrzynek amunicyjnych. Skrzynka posiada wewnątrz trzy przedziały, zewnętrznie okuta, zaopatrzona w listwy. W skrzynce przepisowej mieści się ogółem 32 kg trotylu w nabojach.

24.  
Załadowanie  
amunicji sa-  
perskiej  
wz. 28.

25.  
Przechowy-  
wanie amu-  
nicji saper-  
skiej wz. 28.

Przy przechowywaniu amunicji przepisowej należy zwracać uwagę, aby metalowe części opakowania nie ulegały rdzewieniu i dlatego należy przechowywać je w pomieszczeniach suchych i w stanie natłuszczonym (posmarowane wazeliną lub łojem). W składach zbyt gorących i w dnie upalne mięknie parafina na nabojach w opakowaniu papierowym i wówczas naboje zlepiają się między sobą oraz z pałkami i wełną drzewną. Z powyższych względów, skrzynie z amunicją saperską należy co najmniej dwa razy do roku otwierać i przeglądać poszczególne naboje, zapisując ich stan w dzienniku perjodycznych badań (P. S. L. 200—220 cz. II. § 13).

#### 4. Proch czarny.

26.  
Uwaga.

Przepisy dotyczące prochu czarnego zawiera dodatek do instrukcji.



## ROZDZIAŁ B.

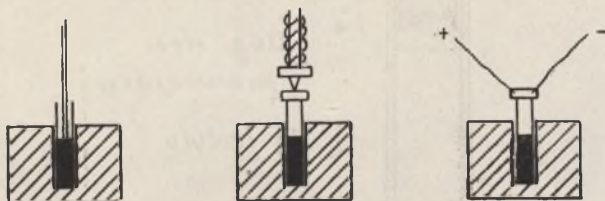
### ŚRODKI ZAPALAJĄCE.

#### 1. Pojęcia ogólne.

Naboje wybuchowe detonuje się zapomocą spłonki (rys. 7), która otrzymuje ogień od:

27.  
Sposoby  
zapalania.

- a) lontów,
- b) zapalników iglicowych,
- c) zapalników elektrycznych.



Rys. 7.

#### 2. Spłonka wz. 28.

Spłonka wz. 28 składa się z tulejki miedzianej o kształcie cylindrycznym, której denko posiada półkuliste wgłębienie, z masy detonującej (1 g trotylu, 0,6 g rtęci piorunującej) i z przybitki mosiężnej z koncentrycznym otworem, przykrywającej tę masę (rys. 8). Oprócz spłonki wz. 28 używa się także spłon-

28.  
Opis.

ki butelkowej wz. 27, różniące się jedynie kształtem zewnętrznym tulejki. Spłonki te są zbliżone pod względem siły wybuchu do spłonki Nr. 8 dwugramowej trotylowo-rtęciowej, używanej w górnictwie. Spłonkę butelkową używać można tylko do amunicji wz. 23.



Rys. 8.

29.  
Opakowanie,

Spłonki powinny być zabezpieczone od mechanicznych uszkodzeń i wpływów atmosferycznych przez należyte opakowanie.

Opakowanie spłonek jest następujące.

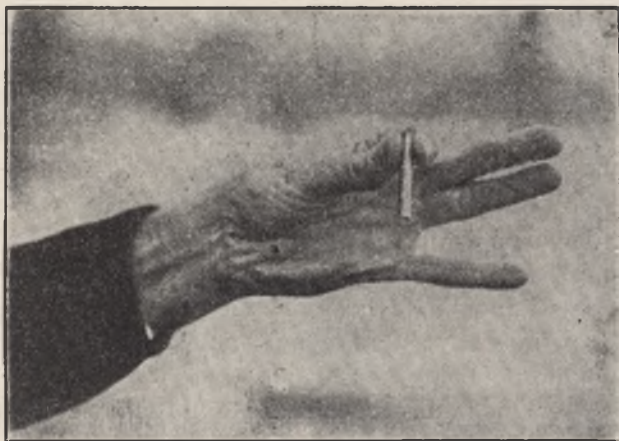
Pięć spłonek owija się dwukrotnie w parafinowy papier, a następnie pięć takich pa-

czek, ogółem 25 spłonek, umieszcza w puszcze blaszanej.

Cztery takie puszki umieszcza się wiezkiem do góry w skrzynce drewnianej, wyklejonej wołokiem.

Do opakowania podczas przewozu służą drewniane skrzynie transportowe.

Dłubanie w spłonce twardymi przedmiotami (nawet drewnianym) jest bardzo niebez-  
30.  
Środki  
ostrożności.



Rys. 9.

pieczne z powodu wielkiej wrażliwości masy detonującej na tarcie i wobec tego jest wzbronione.

Przy obchodzeniu się ze spłonką należy trzymać ją w lewej ręce dwoma palcami, kciū-

kiem i palcem wskazującym, za górną część tulejki, w której niema masy detonującej. Reszta palców jak najdalej od słonki (rys. 9).

31.  
Detonacja  
słonki.

Detonację słonki wywołujemy:

- a) zapomocą lontu prochowego,
- b) " " wybuchowego,
- c) " zapalnika elektrycznego,
- d) zapomocą różnych zapalników mechanicznych,
- e) zapomocą przenoszenia detonacji.

### 3. Lont prochowy.

32.  
Opis.

Lont prochowy ma kształt sznura. Składa się on z rdzenia prochowego o średnicy około 2 mm, przez którego środek przechodzi cienka nitka bawełniana. Rdzeń prochowy jest owinięty pochawkami z nitek jutowych lub bawełnianych, z których nie mniej niż dwie powinny być impregnowane. Średnica lontu około 5 mm.

Omotania rdzenia lontu prochowego powinny być ściśle.

Pochewki zewnętrzne i środkowe powinny mieć skręty przeciwne.

Szybkość przenoszenia ognia 1 cm na sekundę.

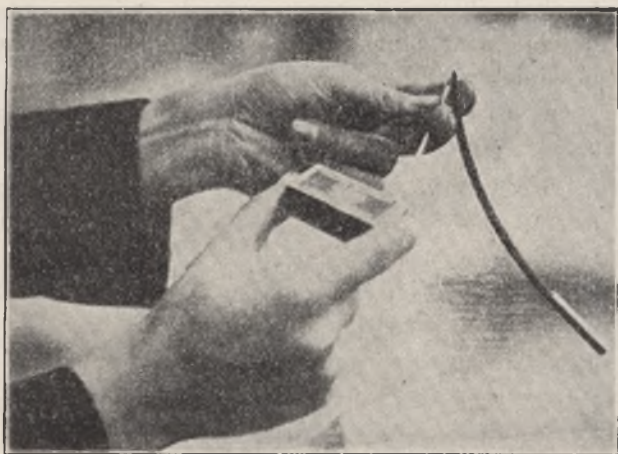
Lonty używane pod wodą powinny mieć zewnętrzną pochawkę gutaperkową.

Zapalanie lontu prochowego skutecznia się:

a) zapomocą zapalki: główkę zapalki przykładą się do rdzenia i pociera o nią pudełkiem (rys. 10).

Lont i zapalkę należy trzymać odpowiednio w trzech palcach lewej ręki, pozostałe dwa

33.  
Sposoby  
zapalania.



l. ys. 10.

palce znajdują się w położeniu najdogodniejszym.

Miejsce zapalania lontu powinno być ucięte skośnie, aby uzyskać jak największy przekrój rdzenia prochowego.

Lont jest zapalny, gdy tryśnie z niego ogień;

- b) zapomocą zapalnika iglicowego,
- c) „ zapalniczki z knotem,
- d) „ zapalnika tarcowego.

34.  
Próby przed  
użyciem.

Przed użyciem lontu sprawdza się czas palenia się lontu i siłę zapalającą.

Badanie czasu palenia wykonywa się w sposób następujący: bierze się kawałek lontu około 30 cm długości i zapala mierząc czas palenia przy pomocy zegarka. Lont prochowy powinien palić się równomiernie, z szybkością 1 cm na sek. Dopuszczalne odchylenia wynoszą  $\pm 10\%$ .

*Niedopuszczalne jest ukazywanie się iskier na pochewce zewnętrznej, czyli tak zwane iskrzenie lontu.*

Badanie siły zapalającej. W tym celu ucina się dwa kawałki lontu, każdy 10 cm długości i umieszcza się naprzeciw siebie tak, aby stanowiły jedną linię z przerwą 10 mm: końce zwrócone do siebie są ucięte prostopadle do osi. Po dopaleniu się pierwszego kawałka drugi musi zacząć się palić.

35.  
Opakowanie.

Lont prochowy powinien być zabezpieczony od mechanicznych uszkodzeń i wpływów atmosferycznych przez należyte opakowanie, przyczem należy uważać:

a) aby nie [było] ostrych załamania lontu, gdyż może to spowodować przerwanie rdzenia lub uszkodzenie pochewki zewnętrznej,

b) aby końce lontu były zabezpieczone od wpływów wilgoci przy pomocy masy uszczelniającej,

c) aby nie przechowywać lontu w pomieszczeniu zbyt suchem, jak również nie wystawiać na działanie promieni słonecznych.

Opakowanie lontu prochowego powinno być uskutecznione w następujący sposób:

lont prochowy wyrabia się w kawałkach długości 8 m, zwiniętych w krążki. Obydwa końce każdego kawałka lontu powinny być zabezpieczone przed wilgocią.



Rys. 11.

Cztery krążki o średnicach takich, aby wchodziły jeden w drugi, przewiązuje się za pomocą nici jutowych, a prócz tego każdy krążek musi być przewiązany nitką jutową. Średnica największego krążka wynosi około 25 cm.

Cztery krążki tworzą paczkę, która jest zawinięta w papier i przewiązana nitką jutową.

Do opakowania podczas przewozu służą drewniane skrzynie przewozowe.

36.  
Przedłuża-  
nie lontu.

Dla przedłużenia lontu obcinamy skośnie końce dwu lontów, składając je według rys. 11 i izolujemy przez owinięcie taśmą izolacyjną lub też przez nałożenie rurki gumowej. Dla zabezpieczenia przed rozerwaniem nakłada się na miejsce złączenia drewnisko i przywiązuje do niego oba lonty.

37.  
Połączenie  
lontu ze  
spłonką.

Dla złączenia lontu ze spłonką obcina się lont ostrym nożem prostopadle do osi, przy czym należy lont położyć na podkładce drewnianej.



Przed wprowadzeniem lontu do spłonki należy przekonać się, czy w spłonce nie ma żadnych zanieczyszczeń; jeżeli są, trzeba wylotem spłonki lekko uderzyć o paznokieć kciuka. Następnie obcięty koniec wprowadza się ostrożnie aż do lekkiego zetknięcia się z masą detonującą.

Dla umocowania lontu w spłonce ściska się umiarkowanie spłonkę, w odległości 5 mm od otwartego końca, szczypcami spłonkowymi (rys. 12), jednakże tak mocno, aby nie można było wyciągnąć lontu.

Dla zabezpieczenia od wilgoci owija się miejsca połączenia spłonki z lontem taśmą izolacyjną długości około 10 cm. Owijając, należy taśmę mocno naciągnąć, aby dobrze przylegała,



owinięcia muszą być zrobione tak, aby jedno przykrywało do połowy drugie. Owinięcie należy przyciskać palcami, aby dobrze przylegało i uszczelniało złącze, ażeby końce taśmy nie mogły się same odwinąć, przewiązuje się je sznurkiem.

Przy owijaniu baczyc należy, aby 3 cm spłonki pozostawić nieowinięte, dla łatwego wprowadzenia do otworu naboju.

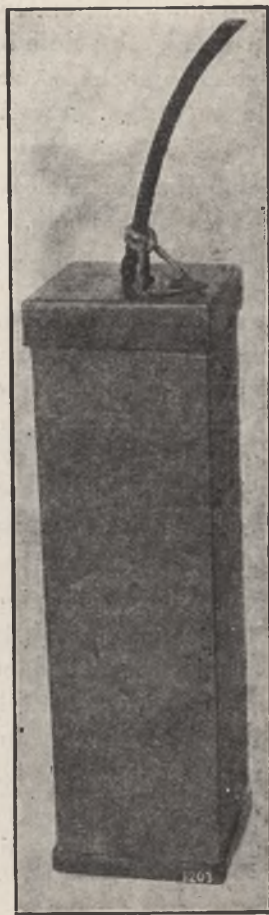
Spłonkę zopatrzoną w lont, wkłada się ostrożnie w nabój, który ma być zdetonowany. W tym celu wsuwa się spłonkę w wydrążenie lub rurkę spłonkową tak, aby weszła część, zawierająca masę detonującą, przyczem do ręki bierze się spłonkę a nie lont i zwraca uwagę na to, aby spłonka dotykała podstawy wydrążenia.

38.  
Połączenie  
spłonki  
lontu z na-  
bojem.

W celu zabezpieczenia spłonki od przypadkowego wyciągnięcia, przywiązuje się ją sznurkiem do uszka puszk naboju (rys. 13), przy nabojach zaś owiniętych tylko w papier parafinowy zdejmuje się opakowanie, zakrywające wydrążenie spłonkowe, i przywiązuje sznurkiem do naboju.

Gdy samo przywiązanie nie wystarcza, umocowuje się ostrożnie spłonkę, używając klinika drewnianego długości 1 cm.

Przy materiałach wybuchowych górniczych otwiera się z jednego końca opakowanie papie-



Rys. 13.

rowe, sporządza wydrążenie na spłonkę drewnianym kołeczkiem i obwiązuje, jak na rys. 14.

Spłonka powinna być umieszczona w naboju najlepiej pośrodku, po stronie przeciwległej do płaszczyzny zetknięcia naboju z wysadzany m przedmiote m.

Koniec lontu prochowego, jeśli pozostaje przez dłuższy okres czasu na wilgoci, a nie jest zaopatrzony w specjalne urządzenie zapalowe, należy owinąć taśmą izolacyjną.



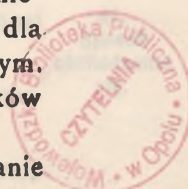
Rys. 14.

#### 4. Zapalnik czasowy.

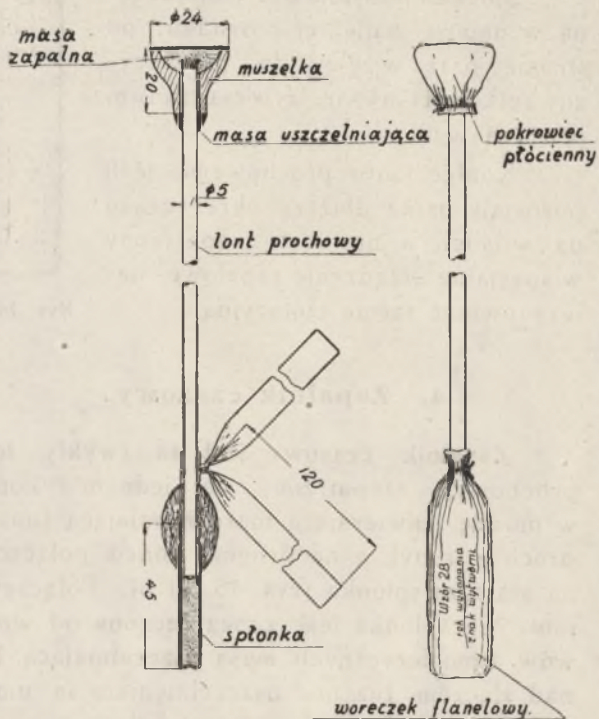
Zapalnik czasowy jest to zwykły lont prochowy, zaopatrzony na jednym końcu w muszlę, zawierającą masę zapalającą (miałki proch czarny), a na drugim końcu połączony na stałe ze spłonką (rys. 15 a i b). Połączenie lontu ze spłonką jest zabezpieczone od wpływów atmosferycznych masą uszczelniającą. Ponad złączeniem, tuż nad uszczelnieniem są umieszczone dwa paski z taśmy płóciennej dla umocowania spłonki w naboju wybuchowym. Do zapalania ładunków używa się zapalników czasowych, długości 1 m.

Przed zapaleniem rozcina się opakowanie lontu (muślin, papier pergaminowy, masa wo-

39.  
Opis.



doszczelna), wzdłuż górnego brzegu muszli. Zapalniki powinny być przechowywane po cztery w jednym pudełku blaszanym.

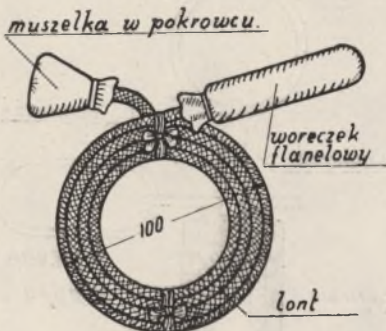


Rys. 15 a.

## 5. Zapalnik iglicowy.

Zapalnik iglicowy służy do zapalania lontu prochowego lub splotki saperskiej za pośrednictwem kapiszona.

40.  
Opis.



Rys. 15 b.

Rys. 16 przedstawia zapalnik w przekroju z napiętą iglicą i założonym kapiszonym. W celu zapalenia ładunku wyciąga się zawleczkę, iglica uderza w kapiszon, od niego zapala się lont lub splotka.

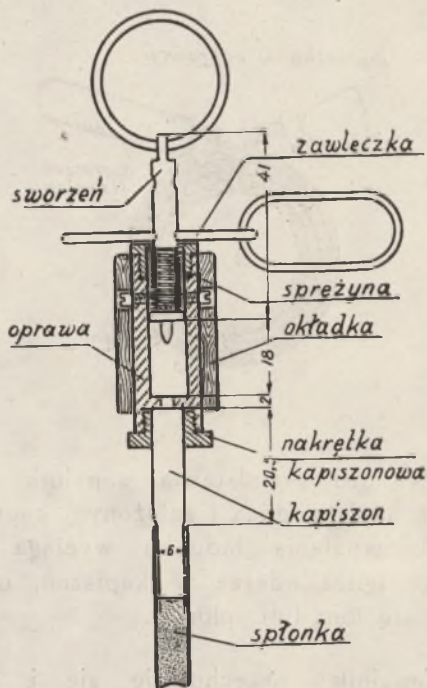
Zapalnik przechowuje się i przenosi w stanie nienapiętym i bez kapiszona.

Przed użyciem zapalnika należy go sprawdzić, zapalając jeden kapiszon.

Przy użyciu zapalnika trzeba zachować następującą kolejność:

41.  
Sposób  
obohodzenia  
się.

- 1) naciągnąć sprężynę, przetykając zawleczką przez otwór w sworzeniu;
- 2) zdjąć kółko do naciągania;
- 3) odkręcić nakrętkę kapiszonia;



Rys. 16.

- 4) wsunąć kapiszon do otworu nakrętki;
- 5) połączyć z lontem prochowym lub spłonką;

6) nakrętkę kapiszona przykręcić do zapalnika.

*Nie wolno naciągać sprężyny, gdy jest wkręcony kapiszon.*

Dla zabezpieczenia od przypadkowego wyciągnięcia zawlecзки, należy przywiązać kółko zawlecзки sznurkiem lub drutem do korpusu zapalnika, które oswobadza się przed samem zapaleniem ładunku.

Aby zapobiec wyciągnięciu zawlecзки, można również wygiąć jej końce.

Splonkę łączy się z kapiszonem, wsuwając go do splonki, a następnie ściskając miejsce złączenia szczypcami splonkowymi i uszczelniając je masą uszczelniającą lub taśmą izolacyjną. Splonki butelkowe wz. 27 nadają się do kapiszonów obecnie używanych, do splonek wz. 28 służą kapiszony butelkowe wz. 28.

42.  
Połączenie  
zapalnika ze  
splonką.

Koniec lontu prochowego, ucięty prostopadle, wsuwa się w kapiszon, aż do zetknięcia się z masą zapalającą, następnie obciska się kapiszon w dolnym końcu szczypcami splonkowymi. Złącza uszczelnia się.

43.  
Połączenie  
zapalnika  
z lontem  
prochowym.

Chcąc ochronić zapalnik przed wilgocią i wodą, należy sworzeń zapalnika, nakrętkę kapiszona, kapiszon i miejsce połączenia ka-

44.  
Zabezpiecze-  
nie od wil-  
goci.

piszona ze spłonką lub lontem uszczelnić dobrze masą uszczelniającą.

Zwężoną część spłonki butelkowej, względnie zwężoną część kapiszona, należy posmarować lekko masą uszczelniającą.

Zapalnik iglicowy przy dłuższym użyciu pod wodą nie nadaje się do użytku nawet przy najstaranniejszym i najlepszym uszczelnieniu. Zapalniki powinny być przechowywane po 12 w jednym pudełku blaszanym.

## 6. Lont wybuchowy.

45.  
Opis.

Lont wybuchowy składa się z rdzenia, utworzonego z nitek bawełnianych, oblepionych rtęcią piorunującą, flegmatyzowaną parafiną, i z pochewki zewnętrznej, utworzonej z tasiemki bawełnianej, przepojonej woskiem.

Szybkość przenoszenia ognia około 5000 m na sekundę.

Lont wybuchowy detonuje od spłonki, jednakże, o ile lont połączony jest w węzeł z innymi kawałkami lontu, detonują one od niego bezpośrednio.

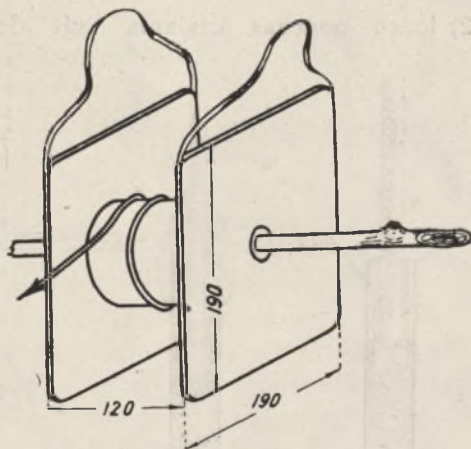
Od ognia lont nie wybucha, lecz pali się, nie zawsze spokojnie i równomiernie. Nie wolno używać go jako lontu prochowego.

Nie wolno silnie naciągać lontu wybuchowego, aby nie przerwać masy wybuchowej. Lont wybuchowy działa również pod wodą.



Lont wybuchowy jest nawinięty na bębniarki drewniane, rys. 17. Długość lontu, nawiniętego na jeden bębenek, wynosi 100 m i składa się zazwyczaj najwyżej z 4 odcinków różnej długości.

46.  
Opakowanie.



Rys. 17.

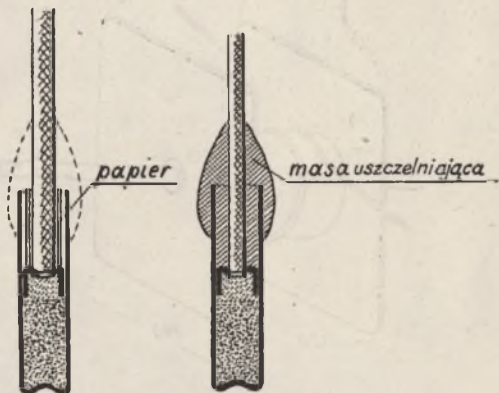
Koniec lontu nawiniętego na bębenek powinien być zabezpieczony od wilgoci woskiem. W celu zabezpieczenia lontu przed odwijaniem się z bębna, przywiązuje się koniec lontu szpagatem 0,5 mm grubości, owijając nim nawinięty na bębnie lont, który opasuje się jeszcze pasem brezentowym. Każdy bębenek ma przytwierdzone do swoich boków taśmy bawełniane do noszenia.

Do przewozu służą drewniane skrzynie przewozowe.

47.  
Zachowanie  
ostrożności  
przy kraja-  
niu.

Przy krajaneniu należy zachować następującą ostrożność:

- 1) rozwinąć cały krążek lontu,
- 2) lontu podczas krajanienia nie dotykać



1. w warunkach normalnych.

2. wraz z deszczem lub pod wodą.

Rys. 18.

palcami, a należy podłożyć deseczkę drewnianą i przytrzymać z góry kawałkiem deseczki, zabezpieczając w ten sposób rękę,

3) przeciąć jednym pewnym pociągnięciem, nożem ostrym i bez szczerb,

4) przy każdym następnym krajanieniu na-

leży rozsypaną masę zdmuchnąć i oczyścić dobrze podkładkę i nóż,

5) *nie wolno krajać lontu, połączonego ze spłonką.*

Połączenie lontu wybuchowego ze spłonką wykonywa się podobnie jak połączenie spłonki z lontem prochowym.

Ucina się koniec lontu, który ma być połączony ze spłonką prostopadle do rdzenia, a następnie, przed włożeniem do spłonki, koniec lontu owija się papierem (rys. 18).

Miejsce zetknięcia lontu z masą detonującą powinno być nieowinięte. Po wprowadzeniu lontu do spłonki, obciska się górną część spłonki szczypcami spłonkowymi.

Dla ochrony spłonki od wilgoci, uszczelnia się miejsce połączenia taśmą izolacyjną, lub masą uszczelniającą.

Lont wybuchowy łączy się z lontem prochowym:

a) przez włożenie lontu prochowego, zaopatrzonego w spłonkę saperską, w pętlę z lontem wybuchowym, obwiązując miejsce styku spłonki z lontem wybuchowym sznurkiem, rys. 19,

b) zapomocą łusek łącznych (rys. 20 a i b).

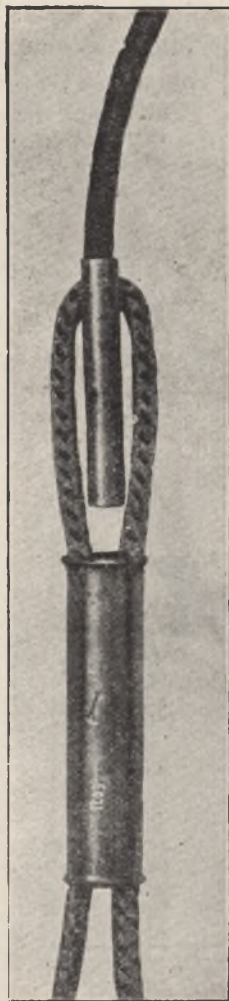
Łuski są wykonane z blachy mosiężnej, grubości 0,3 mm (rys. 21). Przechowuje się po 25 sztuk w pudełku tekturowym.

48.  
Połączenie  
lontu wybu-  
chowego ze  
spłonką.

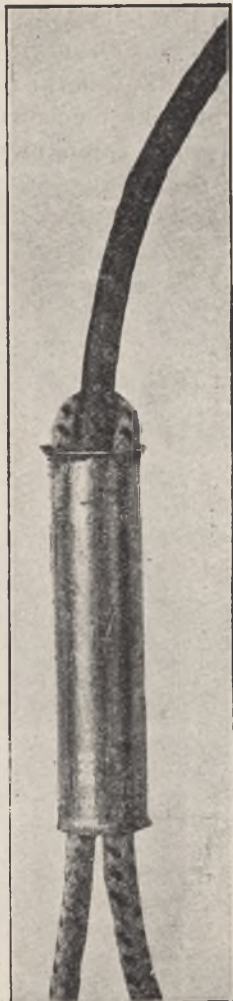
49.  
Połączenie  
lontu wybu-  
chowego  
z lontem  
prochowym.



Rys. 19.



Rys. 20 a.



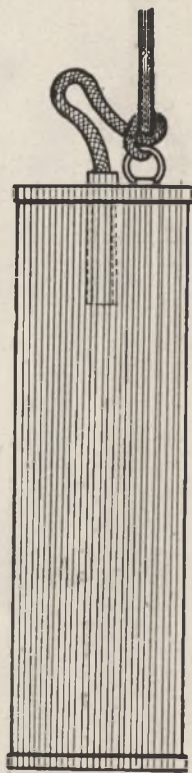
Rys. 20 b.

50.  
Połączenie  
lontu wybu-  
chowego, za-  
opatrzonego  
w spłonkę  
z nabojem.

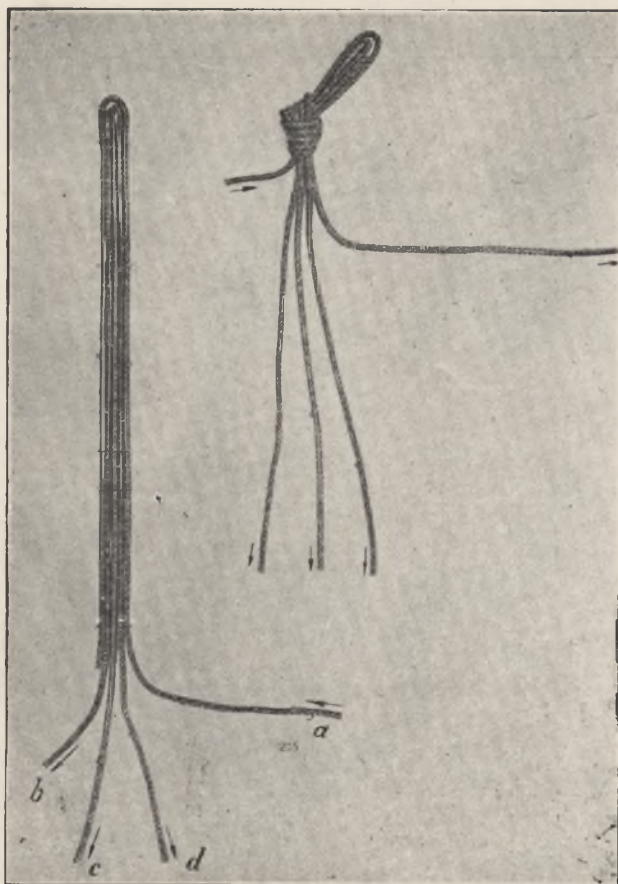
Aby połączyć nabój z lontem wybucho-  
wym (rys. 22), przetyka się lont wybuchowy  
przez kółko puszkki naboju, robiąc zwykły wę-  
zeł. Spłonkę umocowuje się kawałkiem drzewa  
w otworze spłonkowym.



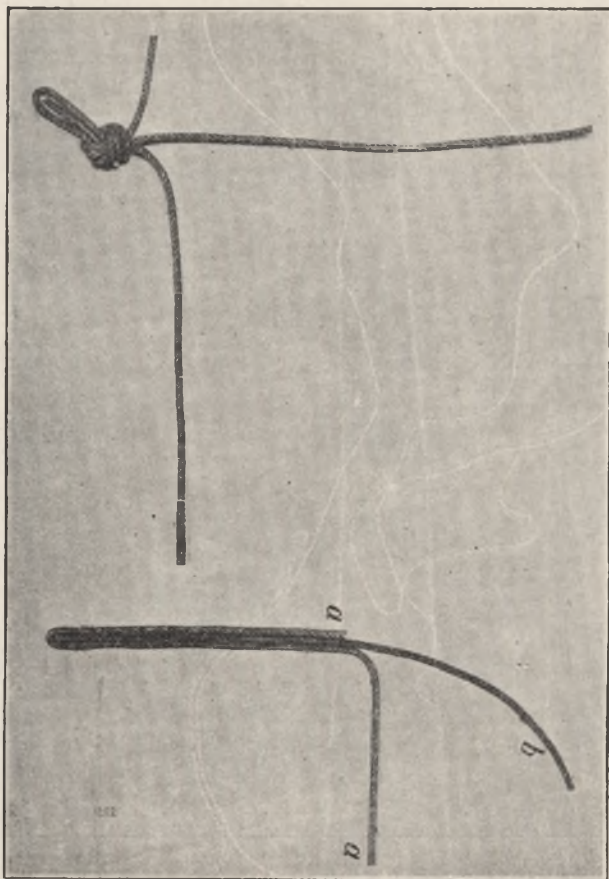
Rys. 21.



Rys. 22.

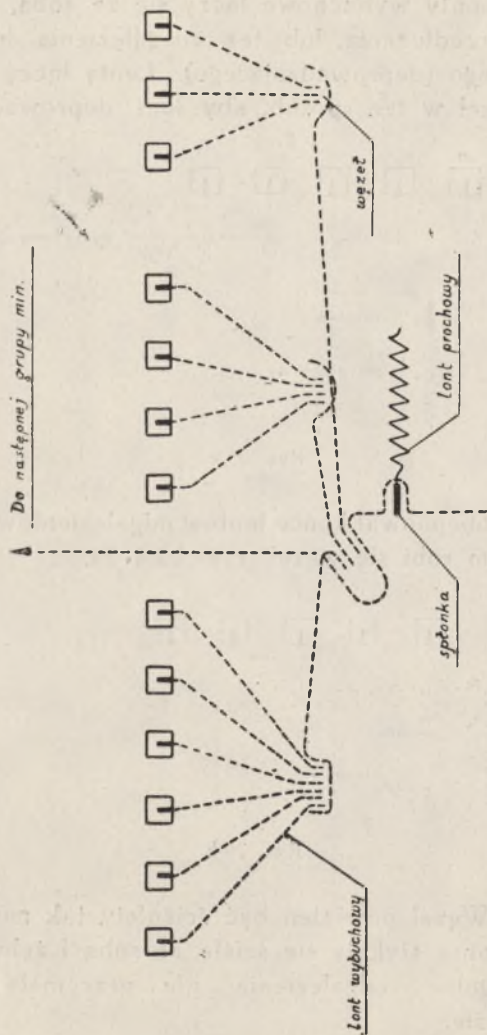


Rys. 23.



Rys. 24.

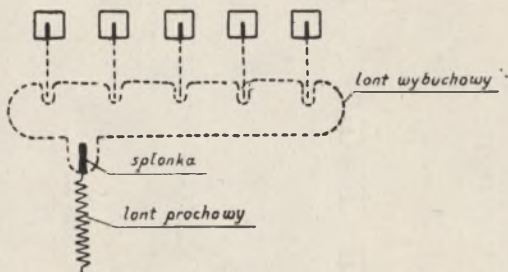




Rys. 25.

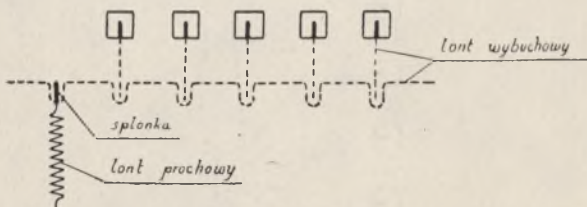
51.  
łączenie  
lontów wy-  
buchowych  
ze sobą.

Lonty wybuchowe łączy się ze sobą, celem przedłużenia, lub też rozgałęzienia lontu głównego (doprowadzającego). Lonty łączy się w węzeł w ten sposób, aby lont doprowadza-



Rys. 26 a.

jący obejmował końce lontów odgałęziennych, poczem robi się węzeł, rys. 23 i 24.



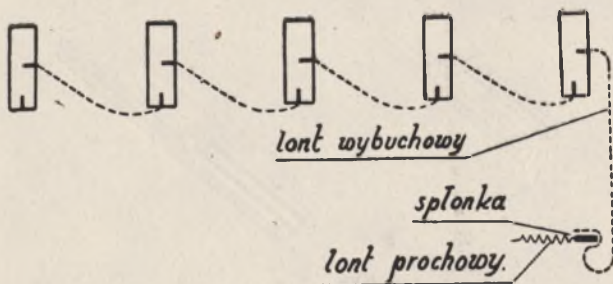
Rys. 26 b.

Węzeł powinien być ściśnięty tak mocno, aby lonty stykały się ściśle ze sobą i żeby poszczególne odgałęzienia nie przecinały się w węźle.

Więcej niż 6 odgałęzień nie powinno się rozchodzić od jednego węzła.

Przy zapalaniu szeregu min zapomocą lontów wybuchowych stosuje się układy:

52.  
Zapalanie  
min.



Rys. 27.

- a) wachlarzowy — rys. 25,
- b) równoległy — „ 26 a b,
- c) szeregowy — „ 27.

W układzie wachlarzowym i równoległym każda mina otrzymuje ogień niezależnie od pozostałych.

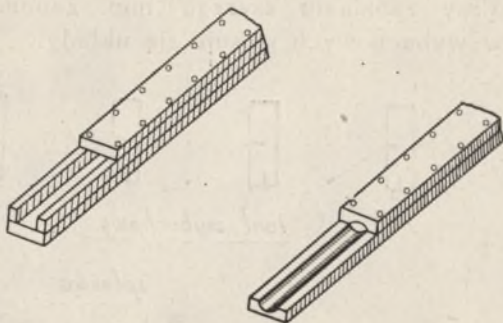
W układzie szeregowym, wybuch każdej miny jest zależny od wybuchu poprzedniej.

Układ szeregowy można stosować tylko do min podrzędnych.

Nierówne długości lontów nie wpływają na czas wybuchu; w rzeczywistości wszystkie miny wybuchają równocześnie.

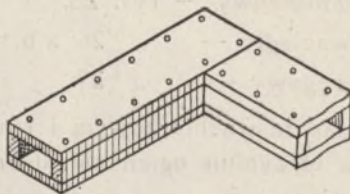
53.  
Zabezpie-  
czenie sie-  
ci lontów  
wybucho-  
wych.

Sieć lontów musi być urządzona tak, aby wszystkie jej części biegły w odpowiednim kie-



Rys. 28 a i b.

runku i nie były nigdzie narażone na rozciąganie. W tym celu w odpowiednich miejscach



Rys. 29.

wbijamy drewniane kołeczki dla przywiązania lontów; uważać, by przez zbyt silne szarpnięcie nie przerwać rdzenia lontu.

Jeśli sieć może być narażona na uszkodzenie mechaniczne, układamy lonty w drew-

nianych rynienkach, rys. 28 a i b, i 29; w pewnych wypadkach można je zabezpieczyć przez przysypanie ziemią lub zakopać. Dla ochrony od kul karabinowych zakopujemy lonty na głębokość około 50 cm.

## 7. Zapalanie zapomocą przeniesienia detonacji.

Zapalania zapomocą przeniesienia detonacji używa się wyjątkowo, w wypadkach koniecznych (brak lontu wybuchowego i zapalników elektrycznych) i przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, podczas suchego, pogodnego dnia.

Naboje detonujące i detonowane powinny być:

a) umieszczone w jednakowym poziomie,  
b) nie przedzielone żadnymi przedmiotami, mogącymi utrudnić przeniesienie detonacji, jak np. drzewo, zboże, trawa, krzaki i t. p.

c) naboje powinny być zaopatrzone w słonki, zwrócone w kierunku naboju detonującego,

d) naboje powinny być silnie przymocowane do wysadzanego przedmiotu.

Słonki do naboji należy włożyć przed samym wybuchem.

Naboje saperskiej amunicji wybuchowej wz. 28 przenoszą detonację:

54.  
Ogólne.

55.  
Przenoszenie detona-

cji saper- skiej amu- nicji wybu- chowej.	100 g nabój	na 10 cm,
	200 g "	" 20 cm,
	1 kg "	" 75 cm,

56. Rozprze-  
strzenie  
wybuchu na  
odległość  
przy maga-  
zynach,  
w których  
znajduje się  
materiał  
wybuchowy.

Odległość, z której detonacja jednej miny może wywołać detonację sąsiedniej oblicza się według wzoru:

$$\text{dla schronów nieobwałowanych } D = K\sqrt{P},$$

$$\text{" " obwałowanych } D = K\sqrt[3]{P},$$

gdzie  $D$  oznacza odległość pomiędzy minami wyrażoną w metrach,  $P$  — ilość materiału wybuchowego w kg,  $K$  — współczynnik = 0,3 dla wszystkich prawie materiałów wybuchowych.

## ROZDZIAŁ C.

### ZAPALANIE ELEKTRYCZNE.

#### 1. Wstęp.

Zapalanie elektrycznością daje możliwość spowodowania wybuchu w dowolnym czasie i ze znacznej odległości, zapewniającej bezpieczeństwa.

57.  
Charakterystyka zapalania elektrycznością.

Zapalanie elektrycznością daje największą pewność jednoczesnego wybuchu kilkunastu ładunków, mogących leżeć nawet w znacznej odległości od siebie i od miejsca zapalania.

Przy zapalaniu elektrycznym zwiększa się niezawodność wybuchu wskutek łatwości sprawdzenia poszczególnych części, jako też całości układu sieci elektrycznej.

Gdyby wybuch nie nastąpił, można natychmiast, po odłączeniu źródła prądu, zbliżyć się do ładunków, odszukać i poprawić uszkodzenia.

Do sprzętu elektrominerskiego należą:

- a) zapalniki elektryczne,
- b) źródła energii elektrycznej (zapalarka lub ogniwa telefonowe),
- c) przewody i materiały dodatkowe do budowy sieci,

58.  
Podział sprzętu i materiału elektrominerskiego.

- d) narzędzia do budowy sieci,
- e) przyrządy do sprawdzania sieci i zapalników,
- f) opakowania.

## 2. Opis sprzętu elektrominerskiego.

59.  
Zapalnik  
elektryczny  
wz. 28.

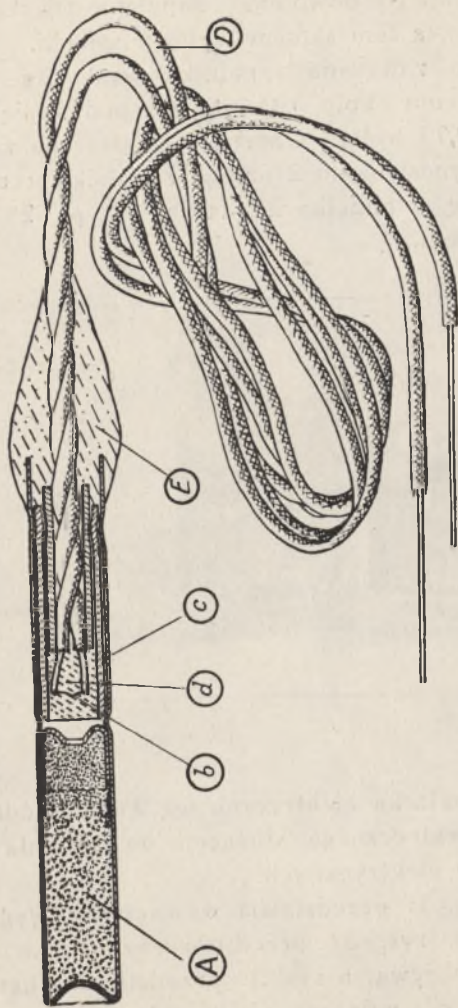
Zapalnik elektryczny wz. 28 przedstawia rysunek 30. Jest to zapalnik żarowy o małej oporności elektrycznej. Składa się on z dwu głównych części: spłonki saperskiej wz. 28 (*A*) i właściwego zapalnika elektrycznego, umieszczonych we wspólnej mosiężnej tulejce (*C*), z której wystają dwa izolowane druty miedziane (*D*), służące do przyłączania zapalnika do sieci. Wylot mosiężnej tulejki, z którego wychodzą druty, jest uszczelniony masą (*E*), uniemożliwiająca przedostawanie się wilgoci do wnętrza.

Izolowane druty miedziane, wystające z tulejki, mają długość około 1 metra.

Właściwy zapalnik elektryczny posiada wewnątrz cienki drucik platynowo-irydowy (*b*), przylutowany do końców drutów miedzianych *D*. Drucik ten jest otoczony mieszaniną zapalną (*d*) o temperaturze pobudzenia około 200° C.

Prąd elektryczny, doprowadzony za pomocą przewodników od zapalarki lub ogniw, przepływając przez drucik platynowo-irydowy,

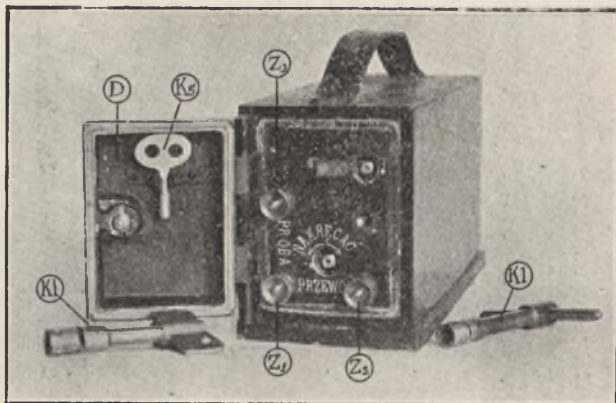




Rys. 30.

rozgrzewa go, powodując zapalenie mieszaniny zapalnej, a tem samym wybuch spłonki.

Do zapalenia zapalnika wystarcza prąd o natężeniu około 0,35 ampera pod napięciem około 0,75 wolty. Oporność elektryczna zapalnika wynosi około 2 omów. Zapalniki przechowywane się w pudełkach blaszanych po 25 szt. w każdym.



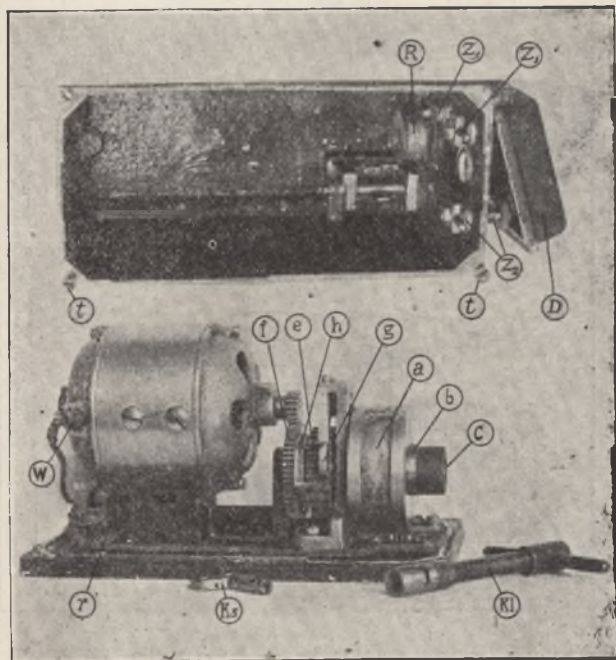
Rys. 31.

60.  
Zapalarka e-  
lektryczna  
wz. 23.

Zapalarka elektryczna wz. 23 jest źródłem prądu elektrycznego, służącym do zapalania zapalników elektrycznych.

Rys. 31 przedstawia zewnętrzny wygląd zapalarki; rys. 32 przedstawia zapalarkę ze zdjętą pokrywą, a rys. 33 przedstawia schemat urządzenia i połączeń elektrycznych zapalarki.

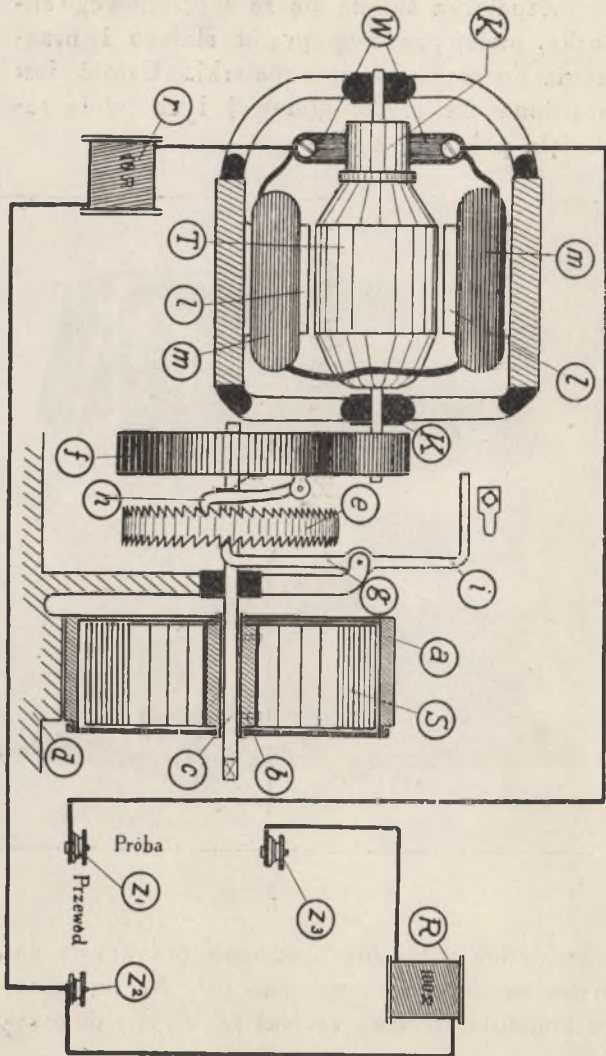
Zapalarka składa się ze sprężynowego silniczka, małej prądnicy prądu stałego i urządzenia do sprawdzania zapalarki. Całość jest ustawiona na płycie glinowej i szczelnie zamknięta pokrywą z glinu.



Rys. 32.

Jedna z bocznych ścianek przykrywy zamyka się zapomocą wieczka (D). Na tej ściance znajdują się trzy zaciski ( $Z_1$   $Z_2$   $Z_3$ ) do przy-

Rys. 33.



łączenia przewodów, względnie do próbowania zapalarki, oraz dwa otwory do wkładania klucza; jeden w celu nakręcania sprężyny silniczka, drugi do uruchamiania zapalarki.

Do każdej zapalarki są dołączone:

- a) 2 duże klucze, służące do odkręcania wieczka, nakręcania sprężyny i uruchamiania zapalarki ( $Kl$ ), oraz
- b) klucz mały ( $Ks$ ), służący do odkręcania śrubek ( $t$ ), łączących podstawę zapalarki z przykrywą.

Klucze duże przechowuje się w futerale zapalarki, a klucz mały jest przymocowany do wieczka sprężynowym uchwytem.

Zapalarkę przechowuje się w skórzanym futerale.

Silniczek sprężynowy zapalarki ma sprężynę ( $S$ ), zamkniętą w okrągłym mosiężnym pudełku ( $a$ ); jeden koniec sprężyny jest przymocowany do pudełka zapomocą czterech śrubek, a drugi do żelaznej szpuli ( $b$ ). Pudełko ( $a$ ) łącznie ze sprężyną i szpulą jest nasunięte na ośkę ( $c$ ); ośka ta sprzęga się ze szpulą ( $b$ ) zapomocą spłaszczenia powierzchni cylindrycznej ośki i odpowiedniego występu w otworze szpuli. Pudełko ( $a$ ) posiada stopkę, opierającą się na wzniesieniu podstawy ( $d$ ), dzięki czemu podczas nakręcania i rozprężania sprężyny, pudełko pozostaje nieruchome. Na ośce ( $c$ ) jest zaklinowane kółko zapadkowe ( $e$ ) oraz nałożone, luź-

no obracające się, duże kółko zębate (*f*). Kółko zapadkowe zazębia się z dwiema zapadkami; jedna z nich (*g*) jest przymocowana do podstawy zapalarki, a druga (*h*) do dużego kółka zębatego (*f*). Przy nakręcaniu sprężyny obie zapadki ślizgają się po kole zapadkowym, przy czym zapadka (*g*) nie pozwala rozprężyć się sprężynie.

Zapalarkę uruchamia się, przerywając połączenie koła zapadkowego z zapadką (*g*), przez naciskanie dźwigni (*i*) zapadki (*g*). Sprężyna (*S*), rozprężając się, pociąga szpulę (*b*), ta znów ośkę (*c*) razem z kołem zapadkowym, które za pomocą zapadki (*h*) pociąga duże kółko zębate (*f*); koło to z kolei wprawia w obrót twornik prądnicy, zazębiając się z małym kółkiem zębatym, osadzonym sztywno na osi twornika (*K*).

Po rozkręceniu się sprężyny, obraca się twornik jeszcze jakiś czas, poruszany siłą bezwładności, a wówczas zapadka (*h*) ślizga się po kole zapadkowym.

Prądnica jest zwykłą dwubiegunową, bocznikową prądnicą prądu stałego. Przebieg powstawania prądu w zapalارce jest następujący: pod wpływem szczątkowego magnetyzmu w biegunach magnetycznych prądniczki (*l*) powstaje w wirującym tworniku (*T*) prąd elektryczny, który zbierają z kolektora (*K*) szczoteczki węglowe (*W*); część wytworzonego prądu przepływa przez uzwojenia (*m*) biegunów magne-

tycznych ( $l$ ), wzmacniając znacznie ich szczątkowy magnetyzm, a tem samem podnosząc napięcie prądniczy. Znaczniejsza część prądu płynie do zacisków ( $Z_1$  i  $Z_2$ ) i dalej przez przyłączone przewody do zapalników.

Między jedną szczotką a zaciskiem ( $Z_2$ ) jest włączony opór ( $r$ ) o oporności 10 omów, umożliwiający wzbudzenie odpowiednio wysokiego napięcia, przy włączeniu między zaciski ( $Z_1$  i  $Z_2$ ) nawet bardzo małej oporności.

Zacisk  $Z_3$  razem z zaciskiem  $Z_1$  służy do wypróbowania zapalarki zapomocą jednego zapalnika, zacisk  $Z_3$  jest połączony z zaciskiem  $Z_2$  przez 100-omowy opornik  $R$ . Opornik ten zastępuje sieć kilkunastu zapalników, połączonych szeregowo.

Każda zapalarka ma swój numer fabryczny wybity na wieczku, na kadłubie prądniczy i na pudełku mosiężnem, zawierającym sprężynę.

Poszczególne części zapalarki są wymienne.

Ciężar zapalarki wynosi około 6 kg.

Twornik zapalarki wykonywa około 7000 obrotów na minutę i wiruje w czasie od jednej do dwu sekund.

Zapalarka jest w możności wydać około 0,4 ampera, przy włączeniu zewnętrznego obwodu o oporności około 100 omów, lub przy obwodzie 5-omowym, wydaje prąd o natężeniu około 1,3 ampera. Napięcie zapalarki przy biegu lu-

zem (bez przyłączonego zewnętrznego obwodu) powinno wynosić nie mniej 65 wolt.

Oporność wewnętrzna zapalarki, mierzona między zaciskami oznaczonymi „PRZEWÓD”, wynosi około 30 omów.

Z wymienionych danych liczbowych widać, że oporność sieci szeregowo połączonych zapalników mogłaby wynosić około 100 omów; jednakże wobec trudnej do osiągnięcia zupełnej jednorodności zapalników, oporność sieci nie powinna przekraczać 50 omów (patrz tabela I).

Przy zapalaniu pozostaje zapalarka w fu-terale.

61.  
Opis czynno-  
ści zapalania  
zapalarką.

Czynności zapalania wykonywa się w następującej kolejności:

a) otwiera się dużym kluczem wieczko i tym samym kluczem nakręca się sprężynę silniczka, wkładając klucz w środkowy otwór z napisem „NAKRĘCAĆ”. W celu nakręcenia sprężyny należy wykonać około 12 półobrotów kluczem, w kierunku obrotu strzałki zegara, dopóki nie zauważy się silnego oporu przeciwko dalszemu obrotowi. Niecałkowicie naciągnięta sprężyna zapalarki powoduje zbyt wolny obrót prądnicy i może spowodować niewypał zapalników;

b) wyjmuje się klucz z otworu „NAKRĘCAĆ” i przyłącza się przewodniki główne sieci zapalników elektrycznych do dwu zacisków



dolnych ( $Z_1$  i  $Z_2$ ), oznaczonych na zapalارce napisem „PRZEWÓD”;

c) wkłada się duży klucz w górny otwór boczny, oznaczony napisem „ZAPALAĆ”;

d) przekręca się klucz o  $\frac{1}{4}$  obrotu w kierunku obrotu strzałki zegara. W tej chwili następuje uruchomienie zapalarki i wybuch zapalników.

Aby się sprężyna zapalarki nie zniekształcała i nie osłabiała, nie powinna pozostawać przez czas dłuższy w stanie naciągniętym; dlatego należy baczyć, aby przy przechowywaniu w składach lub przy przewożeniu, sprężyna była rozluźniona. Nakręcać zapalarkę należy *bezpośrednio* przed wysadzaniem.

Nie wolno nigdy nakręcać zapalarki po włączeniu do niej sieci przewodów elektrycznych.

W celu zabezpieczenia od straty magnetyzmu szczątkowego w prądniczy zapalarki, należy co kwartał, dwa lub trzy razy zrzędu nakręcać i uruchamiać prądniczkę. Przy tej czynności nie potrzeba do zacisków zapalarki przyłączać żadnego obwodu.

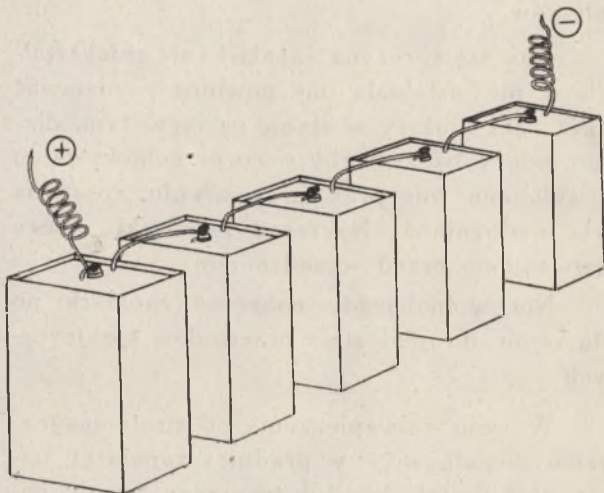
Następnie należy wykonać próbę zapalarki, opisaną w paragrafie 76, zapomocą 1 zapalnika elektrycznego.

Jeżeli zapalnik nie wybuchnie, należy próbę tę powtórzyć jeszcze z jednym nowym

62.  
Utrzymanie  
sprawności  
zapalarki.

zapalnikiem. O ile i drugi zapalnik nie wybuchnie, należy zapalarkę wysłać do Instytutu Badań Inżynierji celem zbadania i naprawy.

Zdejmowanie pokrywy zapalarki i dokonywanie w oddziałach jakichkolwiek napraw jest wzbronione.



Rys. 34.

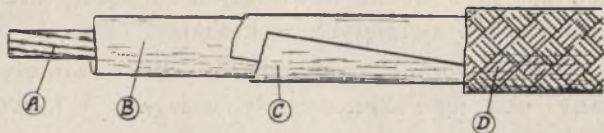
63.  
Ogniwa telefonowe jako źródła energii do zapalania.

Zamiast zapalarki można używać jako źródła prądu elektrycznego ogniwa telefonowych. Do zapalania zapalników przy wysadzaniu min grupami użycie ogniw telefonowych jest nawet wygodniejsze. Ogniwa telefonowe powinny być świeżo nalane, niewyczerpane. Łączy się je między sobą szeregowo (rys. 34), przyczem

ilość ogniwo oblicza się według następującej zasady:

na każde 2 omy oporności należy liczyć jedno ogniwo, a więc na każdy zapalnik lub na każde 150 metrów bieżących przewodnika minerskiego o przekroju żyły  $1\frac{1}{2}$  mm<sup>2</sup> należy liczyć jedno ogniwo. Tabela II podaje najmniejszą ilość ogniwo połączonych szeregowo, koniecznych do włączenia w sieć, zależnie od ilości zapalników i długości przewodów sieci.

Przewodnik minerski jest zwykłym przewodnikiem izolowanym dobrego gatunku, używanym do urządzenia oświetlenia elektrycznego. Rys. 35 przedstawia jego budowę.



Rys. 35.

Przewodnik minerski ma żyłę (A) składającą się z siedmiu skręconych drucików miedzianych o łącznym przekroju 1,5 mm<sup>2</sup>; żyła jest otoczona ściśle do niej przylegającą izolacją, składającą się z rurki gumowej (B) grubości ścianek około 1 mm; guma ta jest okryta nagumowaną taśmą płócienną (C). Izolacja jest otoczona ściśle przylegającą powłoką, która stanowi bawelniany opłot (D), przepojony

64.  
Przewodnik  
minerski.

masą, chroniącą izolację od wpływów atmosferycznych i utrudniającą mechaniczne uszkodzenia izolacji.

Przekrój żyły przewodnika minerskiego wynosi  $1,5 \text{ mm}^2$ .

Średnica zewnętrzna przewodnika minerskiego wynosi około 5 mm.

Ciężar 100 metrów bieżących przewodnika minerskiego wynosi 3,5 kg.

Oporność elektryczna 100 m. przewodnika minerskiego wynosi 1,2 omów.

Wytrzymałość na rozerwanie przewodnika minerskiego wynosi 55 kg.

Przewodnika dostarcza się w odcinkach po 200 i po 50 m, nawiniętych na bębny drewniane lub zwiniętych w krążki.

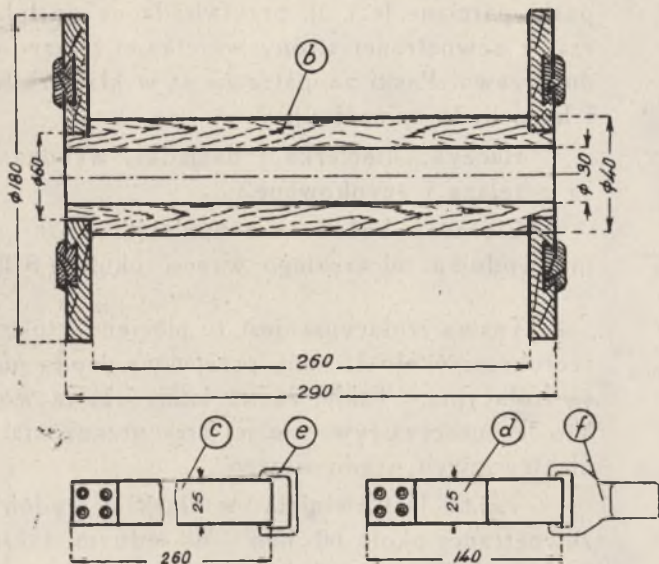
Przewodnik powinien być tak nawinięty, aby oba jego końce były widoczne i łatwo uchwytny.

65.  
Inne prze-  
wodniki.

W braku przewodnika minerskiego można używać zwykłych przewodników miedzianych, używanych do urządzeń elektrycznych; baczność uwagę jednakże należy zwracać na przekrój i oporność, jaką posiadają (tabela III). Połowe kabelki telefoniczne i telegraficzne nie nadają się do robót elektro-minerskich, gdyż ich oporność elektryczna jest bardzo wysoka. Jeden kilometr takiego przewodnika posiada przeszło 100 do 200 omów.

Bęben drewniany, wykonany według rysunku 36, służy do nawinięcia przewodnika minerskiego o długości 200 m. Przy nawijaniu

66.  
Bęben do  
przewodnika  
minerskiego.



Rys. 36.

oba końce przewodnika powinny być wolno wyprowadzone nazewnątrz zwojów i przywiązane do jednego z talerzy bębna, od wewnętrznej strony sznurkiem konopnym grubości 1,5 mm., przechodzącym przez odpowiednie otwory, wywiercone na krawędzi talerza.

Bęben (b) powinien być wykonany z su-

czego drzewa sosnowego. Wszystkie drewniane części bębna powinny być heblowane, talerze bębna powinny być łączone z wałkiem na klej.

Do noszenia bębna drewnianego służą dwa paski parciane (c i d), przytwierdzone do talerzy, z zewnętrznej strony wkrętkami żelaznymi do drzewa. Paski zaopatrzone są w klamerki(e) i haczyk do spinania(f).

Haczyk, klamerka i nakładki, wykonane są z żelaza i ocynkowane.

Ciężar bębna wraz z nawiniętymi 200 m. przewodnika minerskiego wynosi około 7,8 kg

67.  
Taśma izo-  
lacyjna.

Taśma izolacyjna jest to płócienna taśma szerokości około 15 mm, przepojona lepłą masą izolacyjną. Takiej samej taśmy używa wojsko łączności i używa się jej przy urządzeniach elektrycznych prądu silnego.

Taśma jest zwinięta w krążki o średnicy zewnętrznej około 60 mm. W jednym takim krążku o ciężarze około 70 g jest około 5 m taśmy. Krążek wysiarcza do izolowania około 12 złącz.

Taśmę izolacyjną przechowuje się w okrągłych pudełkach blaszanych, aby ją zabezpieczyć przed wysychaniem.

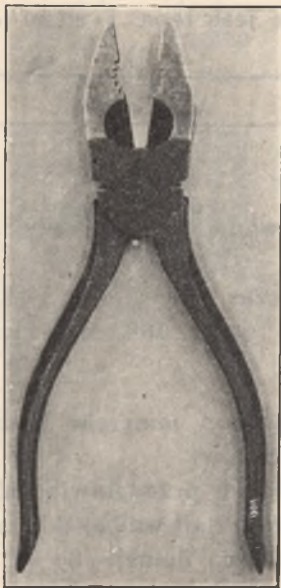
68.  
Szpagat  
konopny.

Szpagat konopny o średnicy około 1,5 do 2 mm, w odcinkach 50-cio metrowych, nawiniętych na motki drewniane, służy do przywią-

zywania przewodników do podpór (słupów, wiązań mostowych) i t. p. Ciężar motka (50 m) wynosi około 100 g.

Stalowe szczypce uniwersalne (rys. 37) długości 16 cm, posiadają szczęki drobno ząbkowane, w których znajdują się dwa otwory;

69.  
Szczypce  
uniwersalne.



Rys. 37.

jeden ząbkowany do chwytania nakrętek lub rurek, drugi okrągły, zamknięty szczękami ostre, do cięcia drutu. Rączki wygięte są lek-

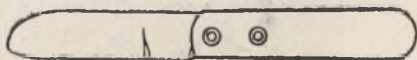
kim łukiem i zakończone jedna jako rozwier-  
tak, a druga jako wkrętak.

Ciężar szczypiec wynosi około 0,25 kg.

70.  
Nóż uniwer-  
salny.

Nóż uniwersalny (rys. 38) służy do celów  
minerskich i posiada jedno ostrze nieruchomo  
osadzone na trzonku.

Długość całkowita około 180 mm. Dolna  
część ostrza jest tępą i służy do zdzierania



Rys. 38.

izolacji przewodników minerskich. Ciężar noża  
około 50 g.

Dotychczas używano nóż składany o dłu-  
gości ostrza około 100 mm. i ciężarze około  
100 g.

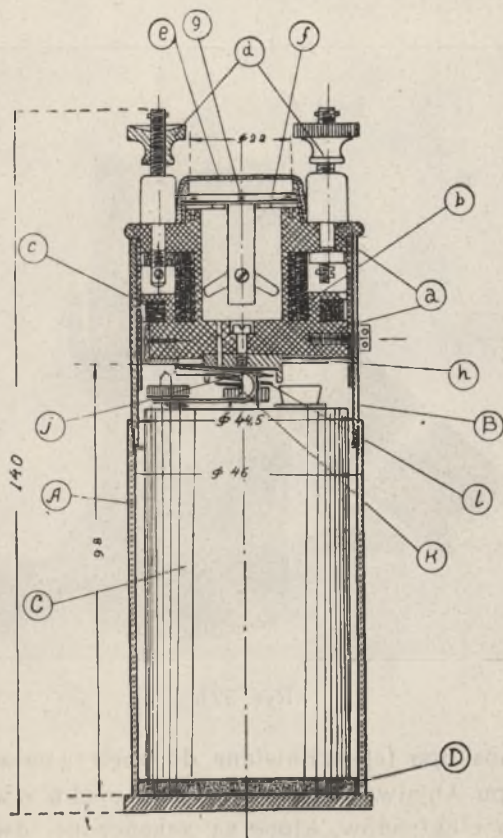
71.  
Galwanoskop  
minerski.

Galwanoskop minerski służy do spraw-  
dzania zapalników.

Rys. 39 a i b przedstawia galwanoskop mi-  
nerski; ma on kształt walca, składa się z dwu za-  
sadniczych części: dolnej: (A) — pudełka mie-  
szczącego ogniwo sucho-mokre, i górnej (B) --  
właściwego galwanoskopu. Obie te części łączą  
się ze sobą, wkręcając część górną w dolną.  
Część górna galwanoskopu (właściwy galwano-  
skop) ma obsadę ebonitową (a), na której są  
umocowane uzwojenia, dwa zaciski (d) do przy-



łączenia badanego obwodu, okienko (e), przez które widać skalę (f) i wskazówkę (g). Wewnętrzna strona ebonitowej obsady (a), jest zapatrzona w dwie powierzchnie stykowe (h i j),



Rys. 39 a.

którymi galwanoskop łączy się z ogniwem, za pośrednictwem sprężynek (*k* i *l*), przykręcanych do zacisków ogniwa.

Jako źródło prądu sprawdzającego służy ogniwo suche lub ogniwo sucho-mokre do gal-



Rys. 39 b.

wanoskopu (*c*), wstawiane do wnętrza galwanoskopu. Ogniwa te składają się z cynku i węgla jako elektrodów, które są zakończone dwoma zaciskami śrubkowymi. W górnym denku ogni-

wa obok zacisków znajduje się lejek, zatkany koreczkiem.

Przed wstawieniem do galwanoskopu sucho-mokrego ogniwa należy świeże ogniwo odpowiednio przygotować, a mianowicie:

a) wyjąć koreczek i wysypać starannie piasek z lejka;

b) nalać do ogniwa czystej letniej wody w ilości około 20 g. po pięciu minutach dolać znowu wody, względnie nadmiar wody pozostający w lejku usunąć;

c) osuszyć szmatką lub bibułą górną powierzchnię ogniwa i zatkać koreczkiem lejek;

d) napisać na ogniwie datę napełnienia wodą;

e) przykręcić do obu zacisków biegunowych odpowiednie sprężynki stykowe;

f) ogniwo wstawić do galwanoskopu.

Przygotowanie ogniwa suchego jest o wiele prostsze; polega tylko na przykręceniu sprężynek stykowych i wstawieniu ogniwa do galwanoskopu. Zaletą ogniw sucho-mokrych jest możliwość przechowywania.

Ogniwo może działać w galwanoskopie około 1 roku.

Pomiędzy ogniwem a dolnym denkiem galwanoskopu znajduje się podkładka filcowa (*D*).

Galwanoskop przechowuje się w futerale brezentowym.

Przy pracy nie należy wyjmować galwa-

noskopu z futerału, a jedynie otwierać przykrywkę futerału.

Największe natężenie prądu przechodzącego przez obwód, sprawdzany przy pomocy galwanoskopu, wynosi około 0,02 ampera, a więc jest to natężenie bardzo niewielkie, nie mogące spowodować wybuchu zapalnika.

Oporność wewnętrzna galwanoskopu wynosi około 60 omów.

Strzałka galwanoskopu odchyła się widocznie, o ile obwód włączony do zacisków galwanoskopu posiada oporność mniejszą niż 500 omów.

Ciężar galwanoskopu z ogniwem wynosi około 0,5 kg.

72.  
Opakowanie  
sprzętu.

Zapalniki elektryczne są zapakowane w pudełkach blaszanych po 25 sztuk. Każdy zapalnik jest owinięty w bibułę (ligninę). Na pudełku jest naklejona kartka z napisami:

- a) zawartość pudełka (nazwa i ilość),
- b) marka wytwórni,
- c) data wyrobu,
- d) oporność zapalników w omach.

Zapalarka i galwanoskop mają specjalne futerały.

Przewodnik minerski w odcinkach 200 metrowych jest nawinięty na bębny drewniane a odcinki 50 metrowe są zwinięte w krążki i związane sznurkiem,

Narzędzia, taśmę izolacyjną, przechowuje się w specjalnych futerałach.

Do przewożenia jest cały sprzęt łącznie z futerałami zapakowany w specjalne skrzynie drewniane (skrzynka minerska Nr. 2).

### 3. Sprawdzanie sprzętu i materiału elektro-minerskiego.

Przed przystąpieniem do budowy sieci należy sprawdzić sprawność sprzętu i materiałów, służących do budowy sieci zapalników.

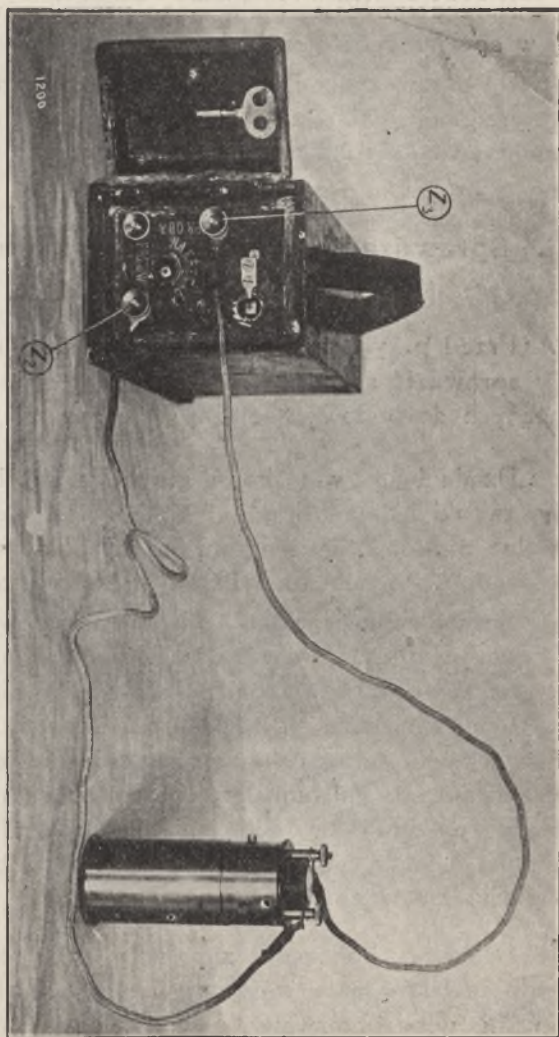
Działanie galwanoskopu sprawdza się, łącząc zaciski galwanoskopu jakimkolwiek drutem lub przedmiotem metalowym; strzałka galwanoskopu powinna odchylić się do końca skali.

73.  
Sprawdzanie działania i czułości galwanoskopu minerskiego.

Sprawdzenie czułości galwanoskopu wykonywa się, przyłączając zaciski galwanoskopu do zacisków  $Z_3$  i  $Z_2$  zapalarki (rys. 40); między temi zaciskami jest włączony opór 100 omów; jeżeli ogniwo w galwanoskopie nie jest wyczerpane i galwanoskop nie uszkodzony, strzałka powinna się widocznie odchylić (co najmniej o jedną podziałkę). Przy tej próbie zapalarki nie trzeba uruchamiać.

Druty wychodzące z zapalnika, przyłącza się do zacisków galwanoskopu; jeżeli w zapalniku nie jest przerwany obwód elektryczny,

74.  
Sprawdzenie zapalników,



Rys. 40

strzałka galwanoskopu powinna się odchylić do końca skali.

Przyłączanie zapalnika do zacisków galwanoskopu jest zupełnie bezpieczne, zapalnik nie wybuchnie, natomiast przyłączenie zapalnika bezpośrednio do biegunów ogniwa, wyjętego z galwanoskopu, *spowoduje niezawodnie wybuch zapalnika.*

Sprawdzenie przewodnika minerskiego, nawiniętego na bębnie zwijaka, polega na stwierdzeniu, czy niema przerwy. Do obu zacisków galwanoskopu przyłącza się końce przewodnika, a strzałka powinna odchylić się do końca skali.

75.  
Sprawdzenie  
przewodnika  
minerskiego.

Sprawdzenie zapalarki wykonywa się przez zapalenie jednego zapalnika, uprzednio sprawdzzonego galwanoskopem.

76.  
Sprawdzenie  
zapalarki.

Sprawdzanie należy wykonywać w dość znacznej odległości od złożonych materiałów wybuchowych. Należy także zachować odległość 20 metrów między zapalarką a zapalnikiem, gdyż odłamki zapalnika mogą zranić sapera obsługującego zapalarkę. Poza tem należy przy próbie zasłonić zapalnik deskami lub włożyć go w wąski, dość głęboki rowek i stanąć w takim miejscu, aby odłamki nie mogły zranić.

Sprawdzenie wykonywa się w następującej kolejności:

a) nakręcić sprężynę, a następnie uruchomić prądniczkę, nie przyłączając do zacisków żadnego obwodu. Czynność tę należy wykonać dwukrotnie;

b) odwinąć kilkanaście metrów przewodnika minerskiego z 2 bębnow i przyłączyć do odwiniętych końców zapalnik;

c) nakręcić sprężynę zapalarki,

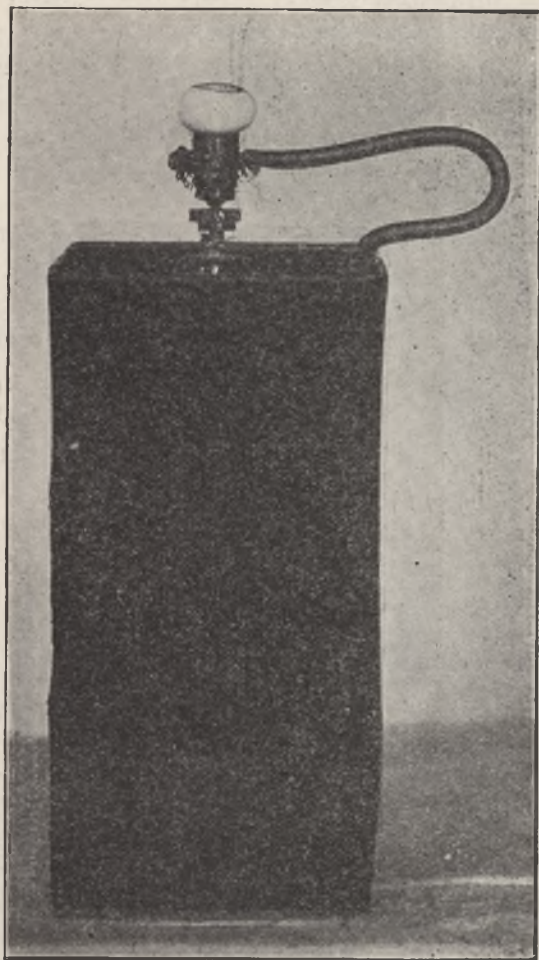
d) przyłączyć końce przewodników pozostałe przy bębnie do zacisków zapalarki, oznaczonych napisem „PRÓBA”;

e) uruchomić zapalarkę. Jeżeli przyłączony zapalnik nie wybuchnie, to albo zapalnik, albo zapalarka jest uszkodzona. Aby się przekonać, czy zapalnik nie jest uszkodzony, należy go zapalić przy pomocy ognia wyjętego z galwanoskopu. Wykonywa się to, przełączając przewodniki od zacisków zapalarki do zacisków ognia.

77.  
Sprawdzanie  
ogniwo telefo-  
nowych.

Sprawdzanie ogniwo telefonowych, których ma się użyć jako źródła energii elektrycznej do zapalenia zapalników, wykonywa się z pomocą małej 3,5 woltowej żaróweczki od kieszonkowej latarki elektrycznej. Do biegunów badanego ogniwa przyłącza się żaróweczkę (rys. 41); jeżeli ogniwo nie jest wyczerpane, to żaróweczka powinna się palić dość jasnym światłem żółtawym. Żarówkę należy palić około minuty, a w ciągu tego czasu natężenie światła nie powinno się zmniejszać.





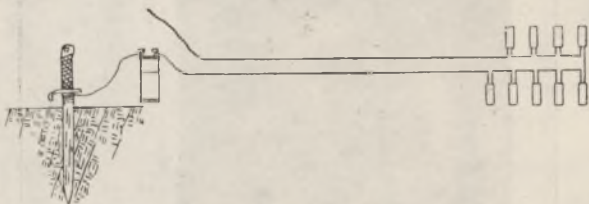
Rys. 41.

78.  
Sprawdzenie  
sieci zapalni-  
ków elektry-  
cznych.

Sprawdzenie sieci zapalników elektrycznych wykonywa się zapomocą galwanoskopu minerskiego w trzech celach i w następującej kolejności:

- a) czy w sieci nie ma przerwy,
- b) czy sieć nie jest uziemiona,
- c) czy w sieci niema zwarcia.

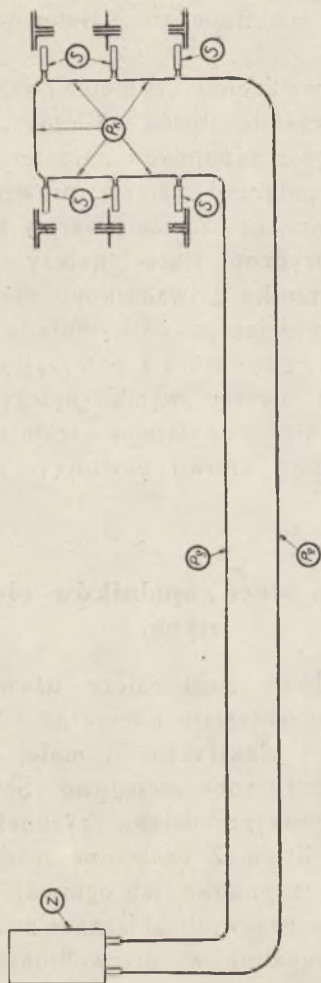
Sprawdzenie czy niema przerwy wykonywa się, łącząc do zacisków galwanoskopu dwa końce przewodów głównych, które mają być następnie przyłączone do zapalarki: strzałka



Rys. 42.

galwanoskopu powinna się odchylić więcej niż przy próbie czułości galwanoskopu (t. j. więcej niż o jedną podziałkę skali).

Do sprawdzenia, czy niema uziemienia, należy jeden z końców przewodów głównych przyłączyć do jednego z zacisków galwanoskopu; drugi zacisk przyłącza się zapomocą kawałka przewodnika do bagnetu, wbitego w ziemię; strzałka galwanoskopu nie powinna wykazać najmniejszego odchylenia (rys. 42). Miejsce do wbicia bagnetu powinno być możliwie



Rys. 43.

wilgotne; bagnet należy wbić jak najgłębiej, aby uzyskać jak najlepsze uziemienie pomocnicze.

Przy sprawdzeniu, czy niema zwarcia, przerywa się umyślnie obwód, najlepiej zawczasu złącze jednego z zapalników najdalej wysuniętych w sieci połączyć narazie prowizorycznie: po sprawdzeniu, czy niema przerwy i uziemienia, prowizoryczne złącze należy rozłączyć i wówczas strzałka galwanoskopu nie powinna wykazać najmniejszego odchylenia.

W razie, gdy która z powyżej opisanych prób sieci da ujemne wyniki, należy obejrzeć uważnie całą sieć i znalezione uszkodzenia usunąć; a następnie znowu powtórzyć sprawdzenie sieci.

#### 4. Budowa sieci zapalników elektrycznych.

79.  
Ogólne zasady budowy sieci.

Do budowy sieci należy używać tylko sprawdzonego materiału i sprzętu.

Zapalniki elektryczne o małej oporności łączy się między sobą szeregowo. Schemat takiego połączenia przedstawia rysunek 43. Na rysunku tym literą *Z* oznaczone źródło energii elektrycznej (zapalarka lub ogniwa). Literami *P<sub>g</sub>* oznaczone przewodniki łączące źródło energii z grupą zapalników; przewodniki te nazywają się głównymi; literami *S* oznaczone za-

palniki; *Pk* oznacza kawałki przewodnika, łączące zapalniki między sobą.

Zapalników różnych typów (czyto małej czy dużej oporności) nie wolno włączać w jeden obwód, gdyż tylko te zapalniki wybuchną, które potrzebują do zapalenia mniejszego natężenia prądu, a reszta nie wybuchnie. Dlatego też zaleca się włączać w jeden obwód zapalniki jednej serji wyrobu, t. j. te, które są wspólnie opakowane, lub takie, na których opakowaniach są napisane jednakowe daty wyrobu i jednakowe marki fabryczne.

Nie wolno zastępować uziemieniami jednego przewodnika linii głównej, czyli, że linja łącząca grupę zapalników ze źródłem prądu musi być dwuprzewodowa. Wyjątkowo, w braku przewodnika izolowanego, jeden z przewodników linii głównej (powrotny) może być goły (nieizolowany), miedziany lub żelazny. Niżej podana tabela IV zawiera oporności przewodników żelaznych i bronzowych.

Przy prowadzeniu linii głównej należy dbać o zabezpieczenie jej przed przypadkowym rozerwaniem.

Maskowanie przewodnika osiąga się, prowadząc go wzdłuż zarośli lub zakopując w ziemię; ślady rowka, w którym mieszczą się przewodniki, muszą być starannie zatarte. Złącza przewodników powinny wystawać ponad ziemię, dlatego, że mają stan izolacji gorszy i słu-

80.  
Maskowanie  
przewodnika.

żą do ułatwienia sprawdzania linii w razie uszkodzenia. Wystające ponad ziemię złącza należy zamaskować kamieniami lub sztucznymi zaroślami.

81. Skrzyżowanie sieci z drogami i ścieżkami. Skrzyżowania przewodników ze ścieżkami i drogami należy prowadzić pod ziemią, w rowku, założonym deską lub żerdkami, zasypnym następnie piaskiem i założonym gładkimi kamieniami, albo prowadzić na dostatecznie wysokich podporach, pozwalających przejść względnie przejechać pod przewodnikiem.

82. Sieć w bliskości kolei elektrycznej oraz elektrycznych zasieków. W bliskości kolei elektrycznych oraz zasieków elektrycznych, należy zwracać szczególną uwagę na stan izolacji sieci zapalników.

W długiej sieci zapalników mogą powstać, pod wpływem prądów dopływających do zasieków i bliskich wyładowań atmosferycznych, prądy indukcyjne, jednakże natężenie takich prądów jest niewystarczające, aby spowodować zapalenie zapalników o małej oporności; powstania prądów indukcyjnych w sieci zapalników można uniknąć zupełnie, jeżeli oba przewody główne prowadzi się tuż koło siebie.

83. Ochrona sieci przed wyładowaniami elektrycznymi. Wyładowania atmosferyczne mogą spowodować wybuch zapalników przy bezpośrednim uderzeniu pioruna w sieć. Ażeby zabez-

pieczyć miny przed takim przedwczesnym i niepożądanym wybuchem, należy podczas zbliżania się burzy oba nieizolowane końce przewodów głównych (do których miano przyłączyć źródło prądu), złączyć ze sobą i uziemić. Uziemienie należy wykonać zapomocą bagnetu lub grubego pręta metalowego. Wyjęcie zapalników z min i odsunięcie na bezpieczną odległość zupełnie zabezpieczy miny od niepożądanego wybuchu spowodowanego uderzeniem pioruna w sieć; jednakże warunki chwilowe i miejsce mogą nie pozwolić na dokonanie takiego zabezpieczenia.

Rozwijając przewodnik z bębnow i układając go, należy zwracać baczną uwagę na stan powłoki i izolacji przewodnika; wszelkie zauważone uszkodzenia należy natychmiast poprawić zapomocą taśmy izolacyjnej. Przewodnik należy rozwijać równomiernie, unikając tworzenia się pętli (oczek), mogących spowodować poplątanie i uszkodzenie izolacji, a nawet złamanie i przerwanie żyły przewodnika. Przy układaniu przewodnika na ziemi należy unikać zetknięcia przewodnika z ostremi przedmiotami, jak np. kawałkami szkła, odłamkami granatu, ostremi krawędziami kamieni, które mogą uszkodzić izolację.

Złącza przewodników powinny być wykonane bardzo starannie, aby stworzyć z po-

84.  
Rozwijanie  
przewodnika  
minerskiego.

85.  
Złącza prze-

wodnika mi-  
nerskiego.

szczególnych odcinków jednolity obwód elektryczny, aby wytrzymałość na rozerwanie złączy dorównywała wytrzymałości przewodnika i stan izolacji był dobry.

Ponieważ stan izolacji i wytrzymałość przewodnika łączonego są gorsze od przewodnika jednolitego, należy unikać zbędnego przecinania dwustumetrowych przewodników nawiniętych na bębny.

Złącza przewodników wykonywa się w sposób następujący:

a) zdejmuje się nożem izolację z obu końców przewodnika na długości około 7 cm, przy czym należy wystrzegać się nadcinania miedzianych drucików żyły. Ponadto zdejmuje się powłokę bawełnianą na długości około 1 cm, odsłaniając izolację.

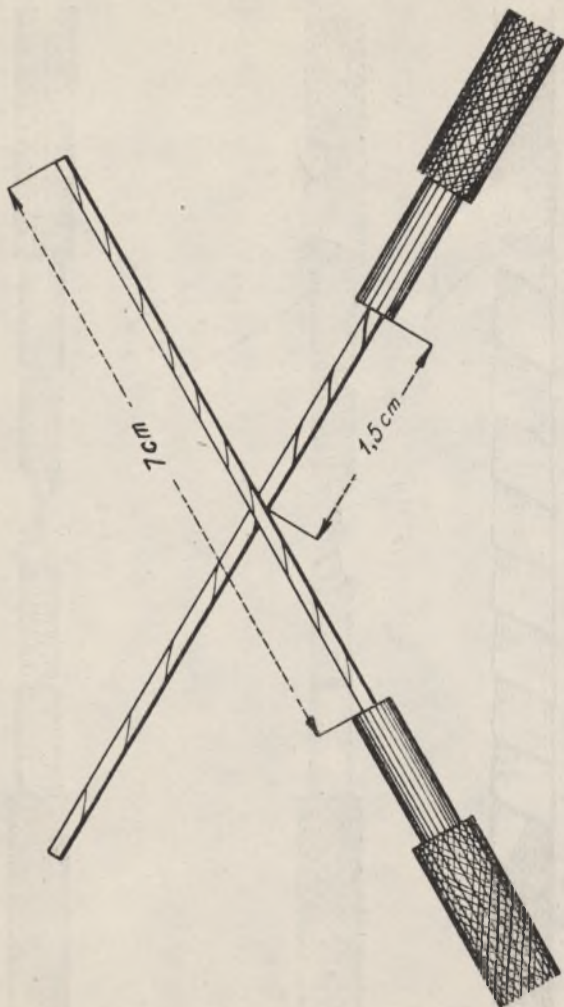
Druty, wychodzące z zapalników, mają izolację zdjętą z końców już przy wyrobie zapalników,

b) końce żył należy oczyścić starannie do metalicznego połysku zapomocą noża,

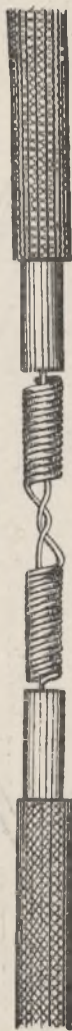
c) składa się obie żyły w odległości około 1,5 cm, od izolacji, a następnie okręca się końce jednej żyły naokoło drugiej, w kierunkach przeciwnych, zwój przy zwoju (rysunki 44 i 45).

d) W celu zaizolowania owija się złącze taśmą izolacyjną, początek taśmy nakłada się na przewodnik o 2 cm powyżej miejsca obna-

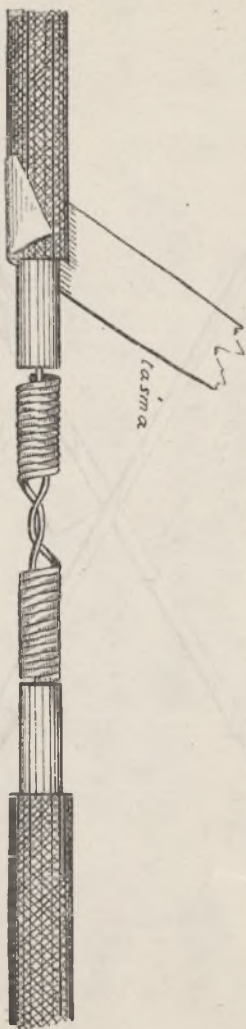




Rys. 44.



Rys. 45.

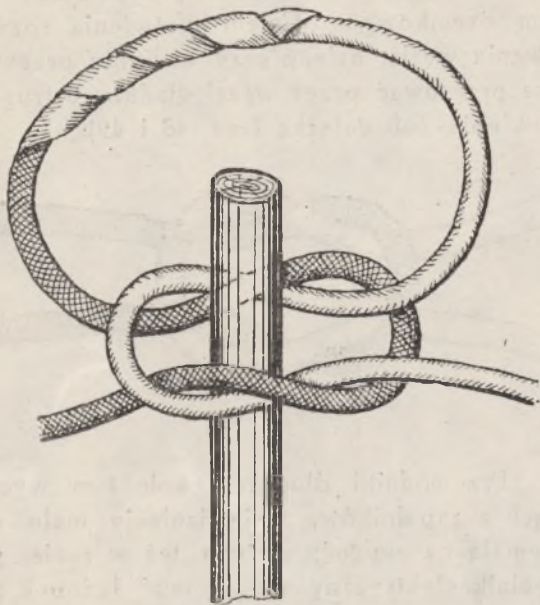


Rys. 46.



Rys. 47.

żonego z obwoju, następnie okręca się śrubowo tak, aby każdy następny zwój zachodził na poprzedni na szerokości około  $\frac{1}{2}$  cm (rys. 46). Nawinięcie należy doprowadzić do opłotu drugiego przewodnika i dalej owinać jeszcze opłot



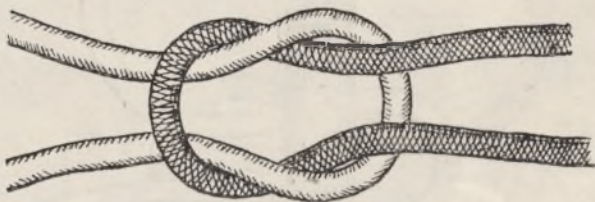
Rys. 48.

na długości około 2 cm, a następnie owinać złącze w ten sam sposób drugą warstwą taśmy (rys. 47).

Grubość starannie wykonanego złącza nie

powinna zbytnio różnić się od średnicy przewodnika.

Do uzyskania większej wytrzymałości na rozerwanie złącza linii głównej, można przed przystąpieniem do wykonania wyżej opisanego złącza, związać oba odcinki przewodnika węzłem ósemkowym. Celem ułatwienia rozwiązywania węzła, należy przy zwijaniu przewodnika przesuwając przez węzeł gładkie ostrugane drewnienko lub gałązkę (rys. 48 i 49).



Rys. 49.

Przewodniki długości około 1 m, wychodzące z zapalników, mają izolację mało wytrzymałą na wilgoć; dlatego też w razie, gdy zapalnik elektryczny ma zapalić ładunek pod wodą, albo w bardzo wilgotnym gruncie, należy przewodniki zapalnika obciąć, pozostawiając końce długości około 7 cm; to jest wystarczające jedynie do zrobienia złącza ze zwykłym przewodem minerskim, doprowadzającym prąd do zapalarki. Po wykonaniu złącza należy bardzo starannie zaizolować złącza wraz

z końcami przewodników zapalnika taśmą izolacyjną tak, aby taśma dochodziła do samej tulejki (rys. 50).

Ilość zapalników włączonych w sieć, stanowiąca jeden obwód zasilany z zapalarki, jest ograniczona wydajnością zapalarki, oraz opornością przewodników. Oporność przewodnika jest tem większa, im przewodnik jest dłuższy i im mniejszy posiada przekrój. Doświadczenia wykazały, że aby się zapalały wszystkie zapalniki połączone szeregowo w jeden obwód, oporność takiego obwodu (sieci) nie może przekraczać 50 omów. Znając oporność zapalników i oporności przewodników, łatwo obliczyć, czy oporność obwodu nie przekroczy tej granicy.

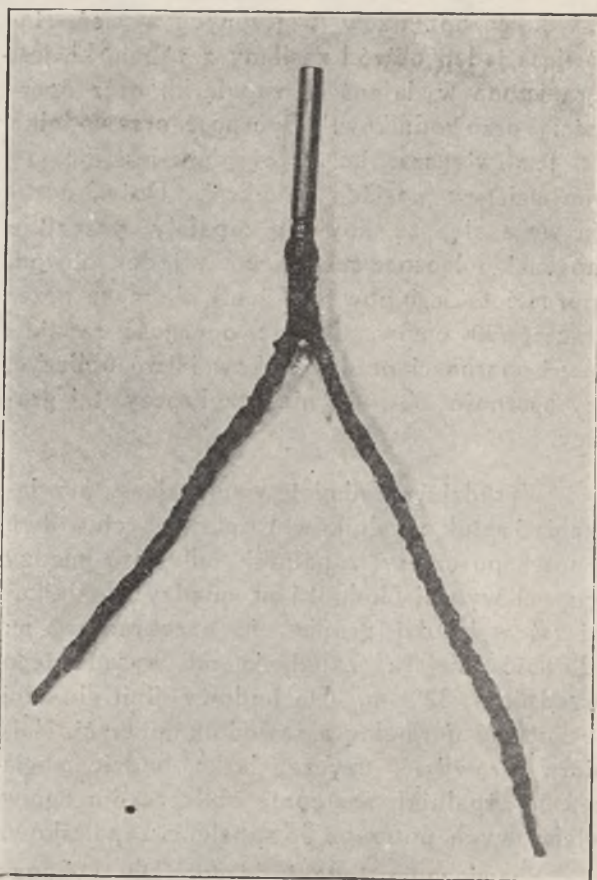
86.  
Obliczanie dopuszczalnej ilości zapalników, włączonych w sieć.

Wysadzić przedmiot, wymagający przyłączenia 8 sztuk zapalników, rozstawionych w dwu grupach po cztery zapalniki; odległość między grupami wynosi około 15 m, między zapalnikami zaś w każdej grupie nie przekracza 2 m; odległość miejsca zapalenia od wysadzonego przedmiotu 320 m. Do budowy linii głównej zastosować normalny przewodnik minerski. Najpierw sprawdzić, czy zapalarka będzie mogła zapalić zapalniki, następnie obliczyć, ilu ogniw telefonowych potrzeba do zapalenia zapalników.

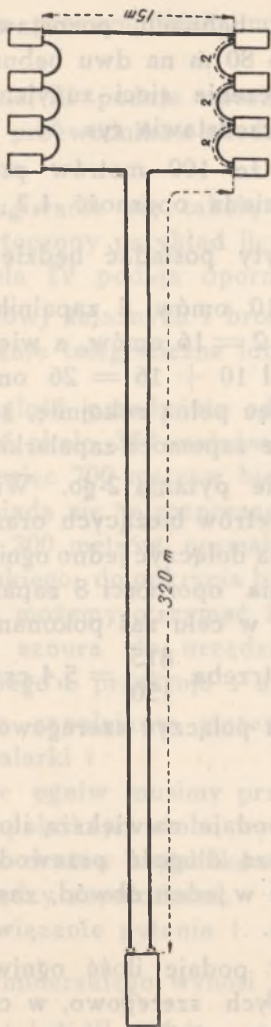
87.  
1-szy układ liczbowy.

Rozwiązanie pytania 1-go. Do wykonania zadania potrzeba przewodnika minerskie-

go nawiniętego na 4 bębnoch, a na połączenie obydwu grup zapalników około 15 m przewodnika w kawałkach. Aby uniknąć cięcia



Rys. 50.



Rys. 51.

przewodnika na bębnach, pozostawiamy nierozwinięte około 80 m na dwu bębnach. W ten sposób na połączenie sieci zużyjemy 815 m. Schemat sieci przedstawia rys. 51.

Wiadomo, że 100 metrów przewodnika minerskiego posiada oporność 1,2 oma, cały przewodnik użyty posiadać będzie  $\frac{815}{100} \times 1,2$ , okrągło licząc 10 omów; 8 zapalników posiadać będzie  $8 \times 2 = 16$  omów, a więc cały obwód będzie miał  $10 + 16 = 26$  omów oporności. Mamy więc pełną rękojmię, że zapalniki zostaną zapalone zapomocą zapalarki.

Rozwiązanie pytania 2-go. Wiadomo, że na każde 150 metrów bieżących oraz na każdy zapalnik potrzeba dołączyć jedno ogniwo, a więc w celu pokonania oporności 8 zapalników potrzeba 8 ogniw, w celu zaś pokonania oporności 815 metrów trzeba  $\frac{815}{150} = 5,4$  czyli 6 ogniw. Razem potrzeba połączyć szeregowo  $8 + 6 = 14$  ogniw.

88.  
Tabele.

Tabela I podaje największą ilość zapalników i największą długość przewodnika, jakie można połączyć w jeden obwód, zasilany przez jedną zapalarkę.

Tabela II podaje ilość ogniw telefonicznych, połączonych szeregowo, w celu zapalenia danej ilości zapalników, połączonych w sieć



normalnym przewodnikiem minerskim o danej długości.

Tabela III podaje oporność 100 metrów bieżących przewodników miedzianych o różnych przekrojach.

Posługiwanie się tabelą III wyjaśnia poniżej przytoczony przykład liczbowy.

Tabela IV podaje oporności przewodników (drutów) żelaznych i bronzowych, używanych na linie telegraficzne lub telefoniczne.

Odległość przedmiotu od miejsca zapalenia wynosi około 350 metrów, na linję główną <sup>89.</sup>2-gi przykład liczbowy. potrzeba więc 700 metrów bieżących przewodnika: posiada się w rozporządzeniu tylko dwa bębny po 200 metrów normalnego przewodnika minerskiego; do pokrycia brakujących 300 m bieżących możemy otrzymać 150 metrów dwużyłowego sznura do urządzania oświetlenia elektrycznego o przekroju  $1 \text{ mm}^2$ . Obliczyć:

1) ile zapalników możemy zapalić zapo-  
mocą zapalarki i

2) ile ogniw musimy przyłączyć, aby zapalić 5 zapalników; w obu wypadkach przyjmując, że długość drutów zapalników starczy na połączenia między zapalnikami.

Rozwiązanie pytania 1. Oporność przewodnika minerskiego wynosi  $\frac{400}{100} \times 1,2 = 4,8$  omów. Z tabeli III widzimy, że 100 m przewod-

TABELA I.

Obwód zapalany przez zapalarkę może się składać najwyżej z:		Wtedy oporność włączonych do obwodu:	
sztuk zapalników	metrów przewodnika minerskiego.	zapalników	przewodnika
		wynosi omów:	
1	3600	2	48
2	3500	4	46
6	2900	12	38
10	2250	20	30
14	1650	28	22
16	1350	32	18
18	1050	36	14
20	750	40	10
21	600	42	8
22	450	44	6
23	300	46	4
24	150	48	2

TABELA II.

Przy sieci składającej się z:	ILOŚCI ZAPALNIKÓW							
	1	2	3	4	5	6	7	8
metrów przewodnika minerskiego	Ilość ogniów telefonow., jaką trzeba złączyć szeregowo:							
150	2	3	4	5	6	7	8	9
300	3	4	5	6	7	8	9	10
450	4	5	6	7	8	9	10	11
600	5	6	7	8	9	10	11	12
750	6	7	8	9	10	11	12	13
900	7	8	9	10	11	12	13	14
1050	8	9	10	11	12	13	14	15
1200	9	10	11	12	13	14	15	16

# TABELA III.

Przewodniki miedziane, używane do urządzeń elektrycznych.

Przekrój żyły miedzianej w mm <sup>2</sup>	Oporność 100 m przewodnika	Ilość drutów w żyły	Średnica drutu w mm	Przybliżony ciężar 100 m przewodnika w kg	Rodzaj izolacji i zastosowanie przewodnika
0,28	6,2	1	0,6	0,5	Podwójny obwód przędzy bawełn. przepojonej parafiną. Używane do urządzeń dzwinkowych.
0,5	3,4	1	0,8	0,7	
0,75	2,3	1 24	0,8 0,2	1,6	
1	1,5	1 7 20	1,2 0,43 0,25	2,3	Izolacja z gumy wulkanizow., opłot bawełn. używane do urządzeń oświetlenia elektr.
1,5	1,2	1 7 30	1,38 0,52 0,25	3	
2,5	0,7	1 7 50	1,78 0,67 0,27	4,5	

TABELA IV.

Średnica w mm	Przekrój w mm	Oporność 100 m w omach przewodnika	
		żelaznego	brązowego
1,2	1,13	—	1,55
1,5	1,77	—	1,04
2	3,14	4,8	0,6
2,5	4,91	—	0,4
3	7,07	2,2	0,26
4	12,6	1,2	0,15
5	19,6	0,64	—

nika o przekroju 1 mm ma oporność 1,5 oma a zatem 300 metrów ma  $\frac{300}{100} \times 1,5 = 4,5$  omów. Razem mają przewodniki  $4,8 + 4,5 = 9,3$  oma. Ponieważ obwód zapalarki może mieć 50 omów, więc na zapalniki pozostaje  $50 - 9,3 = 40,7$  oma, czyli możemy włączyć  $\frac{40,7}{2} = 20$  sztuk zapalników.

Rozwiązanie pytania 2. Powyżej obliczona oporność przewodników = 9,3 oma, 5 zapalników posiada oporność  $2 \times 5 = 10$  omów, cały obwód będzie posiadał  $9,3 + 10 = 19,3$  oma, ponieważ każde ogniwo może pokonać oporność 2 omów, a więc musimy połączyć szeregowo  $\frac{19,3}{2} =$  około 10 ogniw.

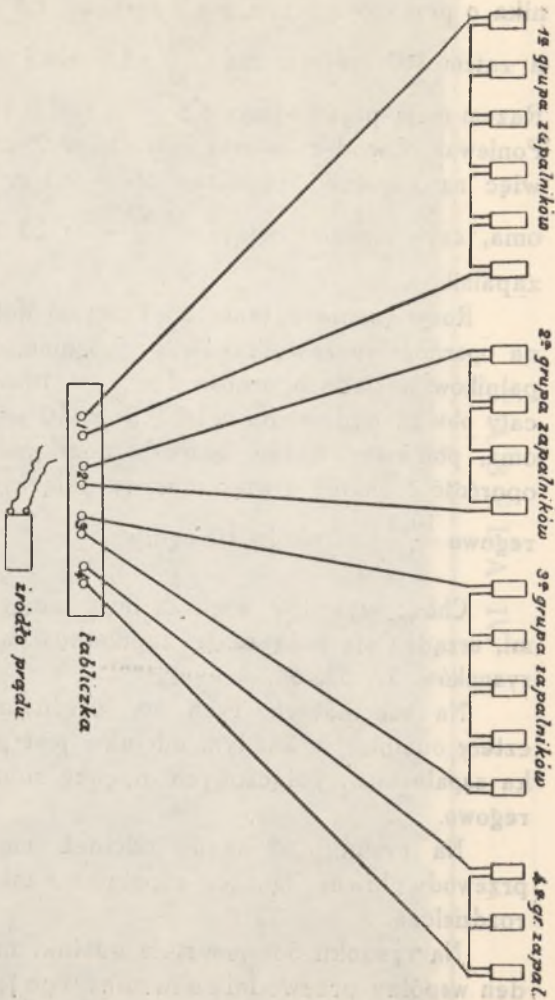
Chcąc wysadzić większą ilość min grupami, urządza się połączenie zapalników według rysunków 52, 53, 54.

90.  
Urządzenie  
tabliczki  
rozdzielczej.

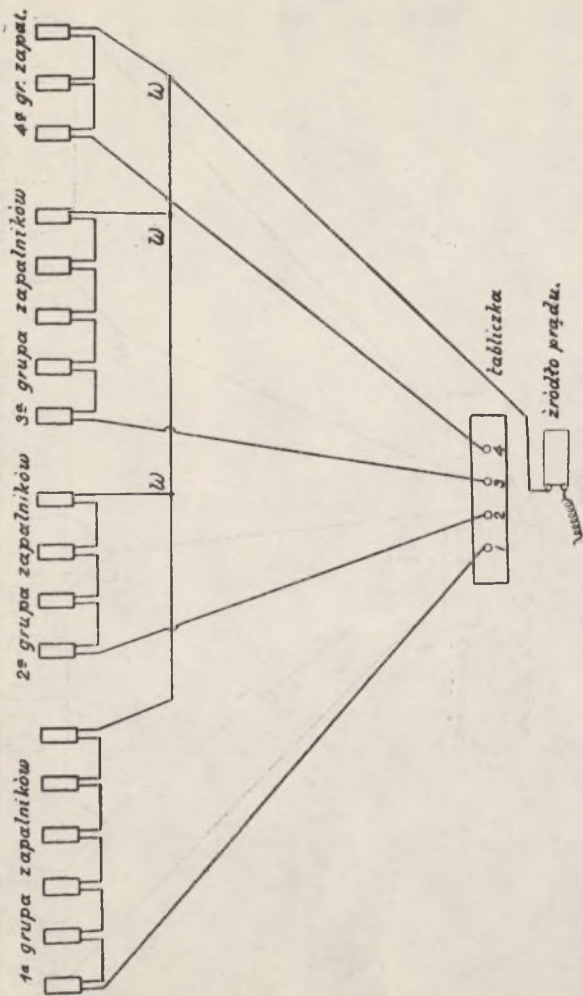
Na sohematach tych są przedstawione cztery odcinki; w każdym odcinku jest po kilka zapalników, połączonych między sobą szeregowo.

Na rysunku 52 każdy odcinek ma dwa przewody główne, łączące zapalniki z tabliczką rozdzielczą.

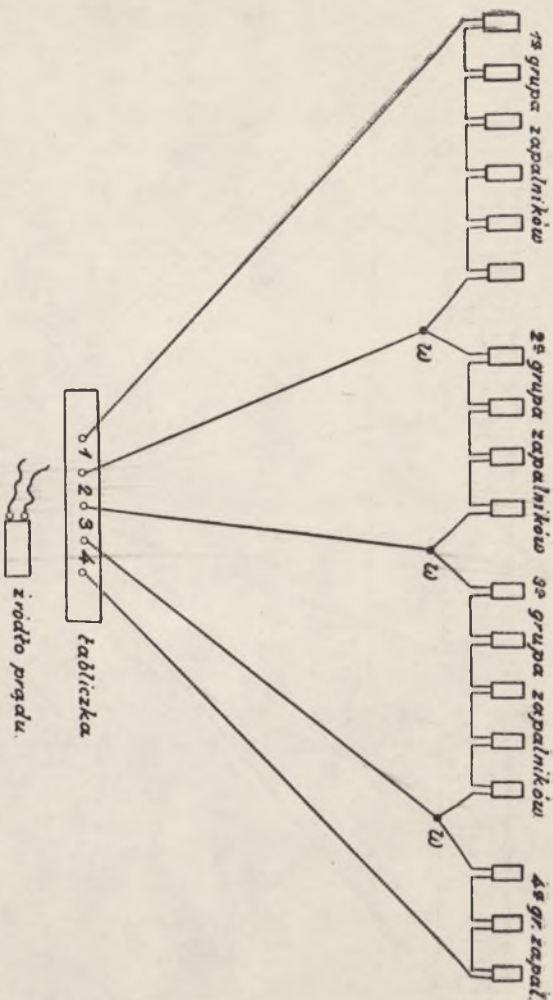
Na rysunku 53 wszystkie odcinki mają jeden wspólny przewód powrotny i po jednym przewodzie do każdego odcinka.



Rys. 52.



Rys. 53.



Rys. 54.



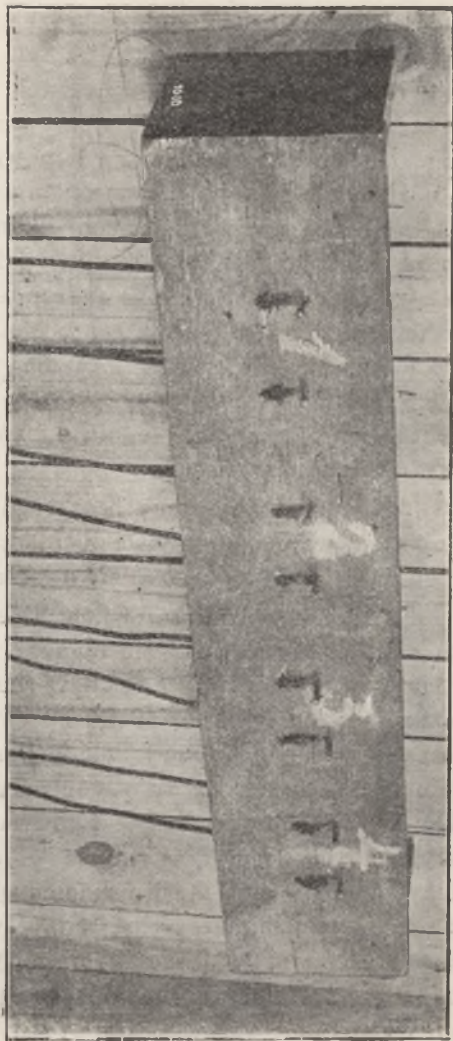
Na rysunku 54 odcinki przyległe mają wspólne przewodniki.

Przy dwu ostatnich sposobach łączenia można użyć mniej przewodnika niż przy pierwszym. Złącza rozgałęzień „W” powinny być odsunięte poza promień działania min.

Ponieważ w poszczególnych odcinkach jest stosunkowo niewiele zapalników połączonych szeregowo, więc jako źródła energii elektrycznej do zapalania zapalników wygodniej jest używać ogniw telefonowych, a nie zapalarki, gdyż zapalarkę trzeba nakręcać po każdym wybuchu, a przy pomocy ogniw można odcinki wysadzać jeden za drugim.

Ilość ogniw, połączonych szeregowo, należy obliczać według oporności odcinka, posiadającego największą oporność elektryczną.

Tabliczki rozdzielcze wykonywa się z możliwie suchej deski, przymocowanej do ścian schronu, z zachowaniem między ścianą a tabliczką odległości około 10 do 20 cm. W tabliczce wierci się otwory w odległości około 10 do 15 cm, przez każdy otwór przeciąga się jeden lub dwa przewodniki, doprowadzone do poszczególnych odcinków; końce przewodnika należy odizolować, a każdy koniec okręca się dookoła gwoździa, który następnie wbija się pod wywierconym w desce otworem. Nad otworami i gwoździami trzeba narysować numer odcinka.



Rys. 55.

Rys. 55 przedstawia tabliczkę rozdzielczą pola minowego.

Źródło prądu powinno mieć dwa przewodniki dostatecznej długości, przyłączone do swych zacisków; w chwili krytycznej przyłącza się je do dwu gwoździ, okręconych końcami przewodników odpowiedniego odcinka.

## ROZDZIAŁ D.

### SIEĆ PRZEWODÓW OGNIOWYCH.

91. **Sposób zapalania min.** Wybuch kilku min można spowodować, zapalając je: a) *jednocześnie* lub b) *w jednym ogniu*.

92. **Zapalanie jednoczesne.** Zapalanie jednoczesne polega na zapaleniu w jednym i tym samym czasie kilku min, każdej z osobna, umieszczonych w pewnej od siebie odległości, np.: 4 saperzy zapalają jednocześnie 4 miny prochowe, umieszczone w pewnej od siebie odległości. Zapalanie to jest możliwe wtedy, gdy miny są od siebie dość oddalone, albo odpowiednio zabezpieczone, tak że mina, która najpierw zdetonuje, nie odrzuci lub nie zniszczy innych min.

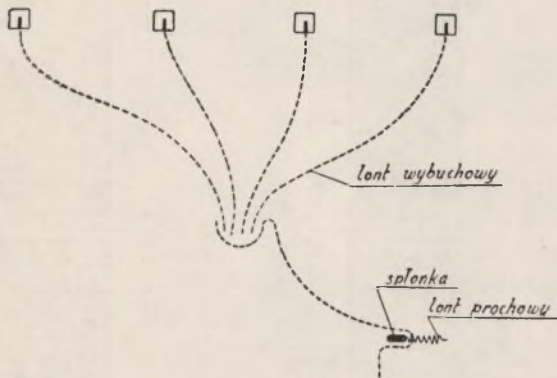
93. **Zapalanie w jednym ogniu.** Zapalanie w jednym ogniu polega na tem, że zapalając w jednym tylko punkcie dany układ min, połączonych przewodami ogniowemi, powoduje się równoczesny ich wybuch (rys. 56).

Każda mina czy nabój może być zapalony *bezpośrednio* lub *pośrednio*.

Przykładem zapalania bezpośredniego jest układ wachlarzowy (rys. 25), równoległy (rys. 26) lub przy zapaleniu elektrycznością (rys. 43).

Tu ogień przenosi się od punktu zapalenia do poszczególnych ładunków bezpośrednio.

Natomiast zapalenie *pośrednie* ma zastosowanie w układzie szeregowym (rys. 27), a polega na tem, że zapalona bezpośrednio pierwsza mina powoduje kolejny wybuch następných; zapalenie pośrednie jest w skutkach mniej pewne od zapalania bezpośredniego. Dlatego

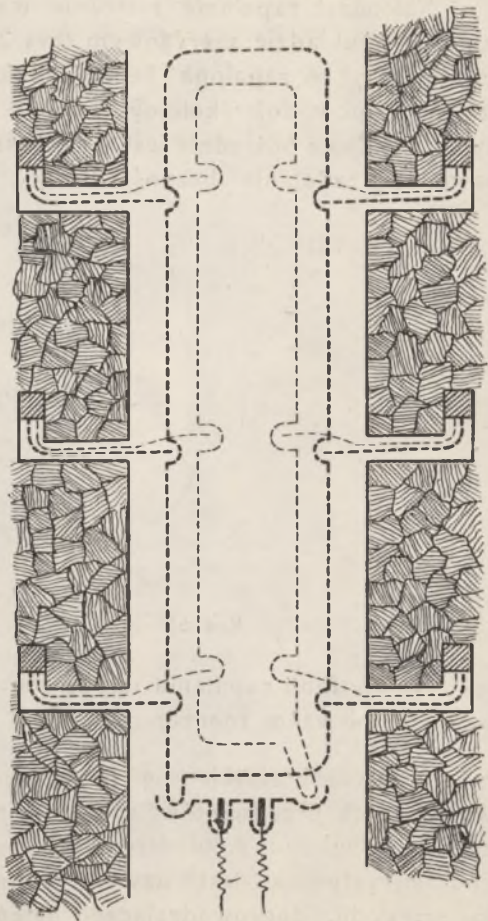


Rys. 56.

też tego sposobu zapalania używa się do min o podrzędniejszym znaczeniu.

Zazwyczaj stosuje się przy wysadzaniu ważniejszych przedmiotów zapalenie podwójne; zamiast zapalania pojedynczego, którego cechą charakterystyczną jest użycie jednego tylko przewodu, doprowadzającego ogień z jednego punktu zapalenia. Zapalenie pojedyncze

94.  
Zapalenie  
pojedyncze  
i podwójne.



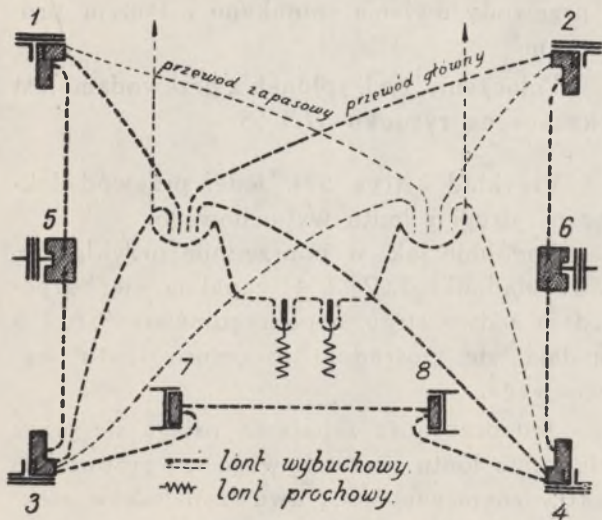
----- *lini* wybuchowy  
- - - - - *lini* prochowy.

Rys. 57.

stosuje się rzadko; mianowicie w wypadkach, gdy mamy mało czasu lub materiału (lontu wybuchowego, spłonek).

Z zasady powinno się stosować zapalenie podwójne, które daje większą pewność wybuchu.

Istotę zapalania podwójnego stanowią dwa



Rys. 58.

przewody, doprowadzające ogień, główny i zapasowy, zapalone równocześnie, z dwoma punktami zapalenia.

Przykład 1 (rys. 57, 58). Oba przewody z lontu wybuchowego. Każdy z przewodów <sup>95.</sup> Zapalenie podwójne. Oba

przewody z  
lontu wybu-  
chowego.

prowadzi samodzielnie do poszczególnych ładunków. Główne ładunki 1, 2, 3, 4 zapalają się razem z dwu stron każdy, podrzędniejsze ładunki 5, 6, 7, 8 zapalają się pośrednio.

Celem równoczesnego zapalania, oba przewody są ze sobą w swoim początku połączone; dla zwiększenia pewności działania, zapala się te przewody dwiema spłonkami z lontem prochowym.

Połączenie tych spłonek z przewodami jest pokazane na rysunku 57 i 58.

96.  
Zapalenie po-  
dwójne. Jeden  
przewód elek-  
tryczny, dru-  
gi z lontu wy-  
buchowego.

Przykład 2 (rys. 59). Jeden przewód elektryczny, drugi z lontu wybuchowego.

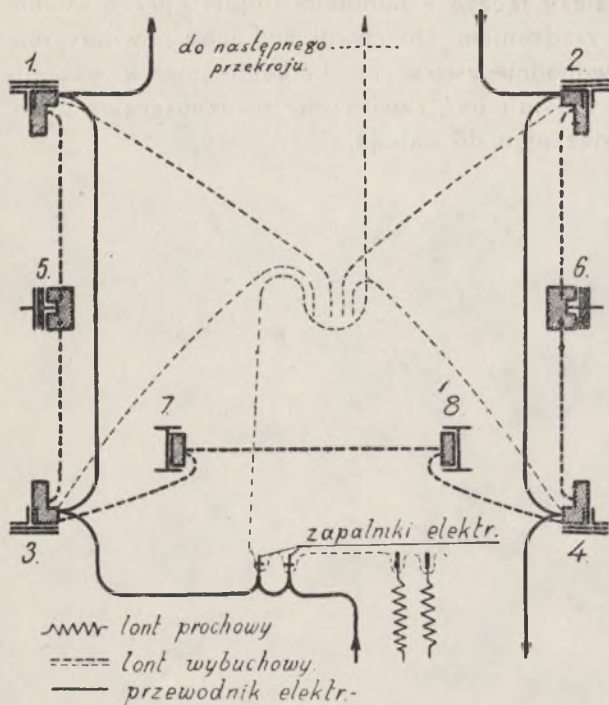
Podobnie jak w poprzednim przykładzie, główne ładunki 1, 2, 3, 4 zapalają się bezpośrednio z dwu stron, a podrzędniejsze 5, 6, 7, 8 zapalają się pośrednio zapomocą lontu wybuchowego.

Jednoczesność zapalania osiąga się przez połączenie lontu wybuchowego z przewodem elektrycznym zapomocą dwu zapalników elektrycznych (dla zwiększenia pewności działania).

Niezależnie od tego, urządza się drugi punkt zapalania zapomocą dwu spłonek z lontem prochowym, połączonych z lontem wybuchowym. Przedewszystkiem zapala się elektrycznie (punkt zapalania 1), a gdy to zawiedzie, używa się drugiego punktu zapalania.



Sporządzanie i zakładanie sieci przewodów ogniowych odbywa się jednocześnie z zakładaniem ładunków.



Rys. 59.

Przewody ogniowe należy zabezpieczyć od zewnętrznych uszkodzeń.

Na mostach kolejowych należy połączenia przewodów z nabojami i sponkami odpowied-

97.  
Zabezpieczenie przewodów.

nie zabezpieczyć przed iskrami lokomotywy, przykrywając połączenia deskami, darniną, ziemią i t. p. Spłonki oraz zapalniki elektryczne należy łączyć z nabojami dopiero przed samym wysadzeniem. Do chwili wybuchu powinny one swobodnie zwisać na kółkach puszek nabojoych lub być zawieszane na sznureczku, przywiązanym do naboju.

## ROZDZIAŁ E.

### SPORZĄDZANIE MIN.

#### 1. Pojęcia ogólne.

Pewna ilość materiału wybuchowego, przysposobiona do wysadzenia jakiegoś przedmiotu nazywa się *miną*.

98.  
Określenie  
miny.

Ilość materiału wybuchowego, użytego do miny, nazywa się *ładunkiem*.

99.  
Określenie  
ładunku.

Ładunek składa się z jednego lub kilku *naboi*. Amunicji saperskiej używa się w postaci naboii po 100 g, 200 g, 1 kg.

100.  
Nabój.

Nabój wchodzący w skład miny, który dostaje ogień bezpośrednio od spłonki, nazywa się nabojem *zapałowym*. Przy użyciu ważnych min sporządza się dla pewności wybuchu kilka naboii zapałowych.

101.  
Nabój  
zapałowy.

#### 2. Rodzaje min.

Rozróżnia się miny:

a) zależnie od sposobu umieszczenia względem wysadzanego przedmiotu: *wewnętrzne* i *zewewnętrzne*;

102.  
Podział.

b) zależnie od kształtu: *wydłużone*, jeśli długość miny jest znacznie większa od szerokości, i *skupione*, jeśli szerokość i wysokość miny niewiele się różnią między sobą.

Mina zewnętrzna jest *niezagłuszona* (odkryta), jeśli leży bez żadnej osłony, lub *zagłuszona* (przykryta) zapomocą worków z piaskiem, darniny, ziemi i t. p.

Mina wewnętrzna może być *niezagłuszona* (otwarta) lub *zagłuszona* (zamknięta) przez zamurowanie jej, założenie workami z piaskiem, kłodami drzewnymi, ziemią i t. p.

Stosuje się albo *miny pojedyncze*, albo całe *układy min*, które zkolei mogą być podzielone na *grupy*.

Miny zapalone w jednym ogniu ze wspólnego ogniska, których promienie działania się przecinają, noszą nazwę *min sprzężonych*.

Przestrzeń, wewnątrz której umieszcza się minę wewnętrzną, nazywa się *komorą minową*. Płytko i łatwo dostępna komora nazywa się *niszą*.

Do komory minowej dostaje się zapomocą *studni, szybów, chodników* lub otworów wiertniczych.

103.  
Składanie  
min.

Przy składaniu min należy pilnie uważać, aby poszczególne naboje jak najdokładniej stykały się między sobą i nabojem zapalowym, od tego bowiem zależy pewność i skutek wybuchu.

Naboje miny wydłużonej układa się w rowkach (niszach), wyciętych w wysadzonym przedmiocie. Jeśli to jest niemożliwe, to dla nadania sztywności przywiązuje się ładunek do wąskiej deski (łaty). Jest to szczególnie ważne przy minach przenośnych (np. do wysadzania sztucznych przeszkód).

104.  
Składanie min  
wydłużonych.

Dla krótkotrwałej osłony od deszczu owija się nabój nieprzemakalną tkaniną. Do osłony od uszkodzeń mechanicznych używa się blaszanych nakryw.

Największa długość miny przenośnej wynosi od 2 do 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m. Nabój zapalowy umieszczać najlepiej w środku miny.

TABELA V.


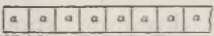
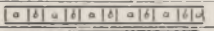
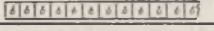
Ciężar ładunku w kg	Ilość naboju w 200 g	Nr. szere- gów.	Składanie miny	
3,20	16	I.		
4,00	20	II.		
5,00	25	III.		

Tabela V przedstawia sposób wykonywania min wydłużonych.

Ładunki powyżej 5 kg na 1 m bieżący tworzy się z kombinacji 3 szeregów, np.:

ładunek 7 kg na 1 m bieżący = szereg I+II

„ 9 kg „ „ „ = „ II+III

Przy tworzeniu min wydłużonych o ciężarze ponad 5 kg na 1 m bieżący, umieszcza

się poszczególne szeregi obok siebie lub jeden nad drugim w ten sposób, że przekrój jest w przybliżeniu kwadratowy.

105.  
Objętość i  
składanie min  
skupionych.

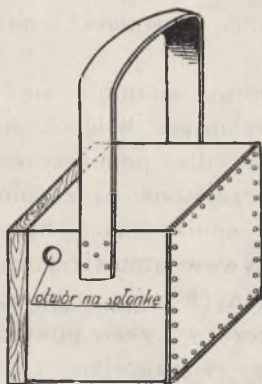
Objętość miny  $V = \frac{E_1}{D}$  gdzie  $V$  oznacza objętość ładunku w  $\text{dcm}^3$ ,  $E_1$  oznacza ładunek w  $\text{kg}$ ,  $D$  oznacza gęstość danego materiału wybuchowego.

Przy składaniu min skupionych otrzymują one zazwyczaj kształt sześciątów lub postać zbliżoną, jednakże kształt komory minowej, a zatem i miny, zależy od jakości wysadzanego przedmiotu, dostępu do komór i od ogólnych warunków. Mina działa jako skupiona zawsze wtedy, gdy przy kształcie jej cylindrycznym lub prostopadłościennym, wysokość  $l$  jest  $\ll$  od  $4d$ , gdzie  $l$  oznacza długość ładunku,  $d$  oznacza średnicę koła odpowiadającego podstawie. Miny skupione sporządza się przez związanie poszczególnych naboji w pakiety.

Przy nabojach umieszczonych w skrzynkach ochronnych, należy zwracać szczególną uwagę na umocowanie i uszczelnienie przewodów zapalowych.

Gdy chodzi o to, aby mina miała gładką powierzchnię, jak np. przy wysadzaniu podpór mostowych (rury minowe), wtedy umieszcza się ją w blaszanej puszcze i nadaje odpowiedni kształt.

Przy minach wewnętrznych częstokroć bardzo wielkie ładunki można układać dopiero w komorze minowej. Jeżeli zależy na czasie, składa się całą minę uprzednio w pakiety, owinięte w płótno lub umieszczone w cienkich blaszankach lub skrzynkach. Wymiary pakietów muszą być takie, aby umożliwiały łatwe obchodzenie się z nimi przy ładowaniu.



Rys. 60.

Wielkie naboje prochowe można w suchych komorach układać wprost w workach lub w beczkach.

Miny, które trzeba przetransportować zupełnie gotowe, umieszcza się w skrzynkach drewnianych z rzemieniem lub taśmą dla chwytu.

Na skrzynce wypisuje się czas palenia za-

106.  
Przenośne  
miny sku-  
pione.

pału i ciężar naboju. Materiał wybuchowy powinien możliwie szczelnie i blisko stykać się z wysadzonym przedmiotem: dlatego też jeden bok skrzyni sporządza się z cienkiej blachy (rys. 60).

107.  
Opakowanie  
min skupio-  
nych.

Większe miny można umieszczać: w smołowanych pudełkach tekturowych, drewnianych skrzynkach smołowych lub wyłożonych blachą, beczkach (miny pływające), naczyniach metalowych.

Jeżeli miny znajdują się przez dłuższy czas pod działaniem wilgoci, należy uważać, aby urządzenie dla pomieszczenia miny było należycie uszczelnione: szczególnie środki zapalające przy minie muszą być dobrze chronione od wpływów atmosferycznych.

Dla ważnych min mostowych przygotowuje się jeszcze w czasie pokoju naczynia z żelaznej blachy ze szczelnie zamykającymi się nakrywkami i chwytami do przenoszenia.

W nakrywkach umieszcza się rurki na przewody ogniowe.

### 3. Zagłuszanie.

108.  
Sposób za-  
głuszania.

W celu zwiększenia siły działania miny, zagłusza się ją, przykrywając ziemią, darniną, workami z piaskiem i t. p.

Zagłuszanie min powinno być wykonane



bardzo starannie. Otwory wiertnicze zagłusza się zapomocą tak zwanej *przybitki* z gliny, ziemi, tłuczonej cegły, pakuł i t. p.

Przy zakładaniu zagłuszenia należy zwracać uwagę na przewody ogniowe, które dla ochrony od uszkodzeń mechanicznych, prowadzi się w rurach, drewnianych rynienkach, pod deskami i t. p.

109.  
Zabezpieczenie przewodów ogniowych.

... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..

Z A Ł A C Z N I K.



## ROZDZIAŁ A.

### MATERJAŁY WYBUCHOWE UŻYWANE W WOJSKACH OBCYCH.

#### 1. Kwas pikrynowy.

Kwas pikrynowy  $C_6H_2(NO_2)_3OH$ , czyli trójnitrofenol, przedstawia się jako jaskrawo żółty proszek, otrzymywany zwykle przez działanie kwasu azotowego na roztwór fenolu (karbolu) w kwasie siarkowym. Jest rozpuszczalny w wodzie, alkoholu, eterze, posiada smak gorzki, właściwość barwienia skóry i tkanin na żółto, jest trujący. Topi się przy  $122,5^{\circ}C$ . Ogrzewany zapala się przy temperaturze około  $300^{\circ}$ , od ognia zapala się odrazu i pali szybko kopącym płomieniem, zwykle nie wybuchając. Posiada wyraźny charakter kwasu i tworzy z metalami sole, t. zw. *pikryniany*, znacznie wrażliwsze od wolnego kwasu pikrynowego i dlatego wytworzenie się pikrynianów zwiększa niebezpieczeństwo magazynowania kwasu pikrynowego. Naboi z kwasu pikrynowego nie należy stykać z metalami lub solami, gdyż wytwarzają

1.  
Właściwości  
chemiczne  
i fizyczne.

pikryniany. Z metali odporna jest wobec niego cyna.

2.  
Zastosowanie  
jako materia-  
łu wybucho-  
wego.

Czysty kwas pikrynowy, lub kwas pikrynowy z domieszką pewnych ciał w celu obniżenia jego temperatury topnienia, ma szerokie zastosowanie w minerstwie wojskowym innych państw. Jako wojskowy materiał wybuchowy znany jest pod nazwami: melinit, ekrazyt, lidyt, szymoza, Sprengmunition 88.

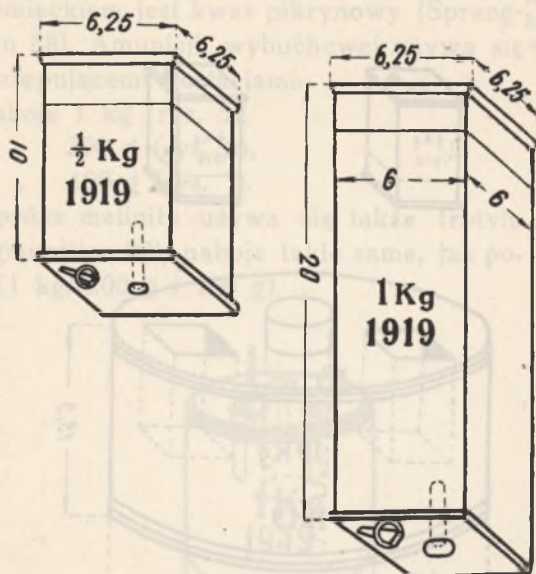
Kwas pikrynowy pobudza się do wybuchu od spłonki łatwiej, niż trotyl. Pod względem energii uwalnianej, kwas pikrynowy przewyższa cokolwiek trotyl. Gazy powstające po wybuchu mają właściwości trujące.

3.  
Amunicja wy-  
buchowa  
wojska  
czechosło-  
wackiego  
i austrja-  
ckiego.

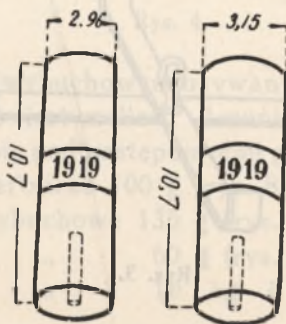
Materiałem wybuchowym wojska czechosłowackiego i austriackiego jest ekrazyt. Amunicję wybuchową wyrabia się pod następującymi postaciami:

- naboje 1 kg i  $\frac{1}{2}$  kg (rys. 1),
- naboje wiertnicze 0,1 kg (rys. 2),
- 19 kg naboje wybuchowe dla min wydłużonych (rys. 3),
- 1 kg. naboje zapalowe dla min mostowych (rys. 4).

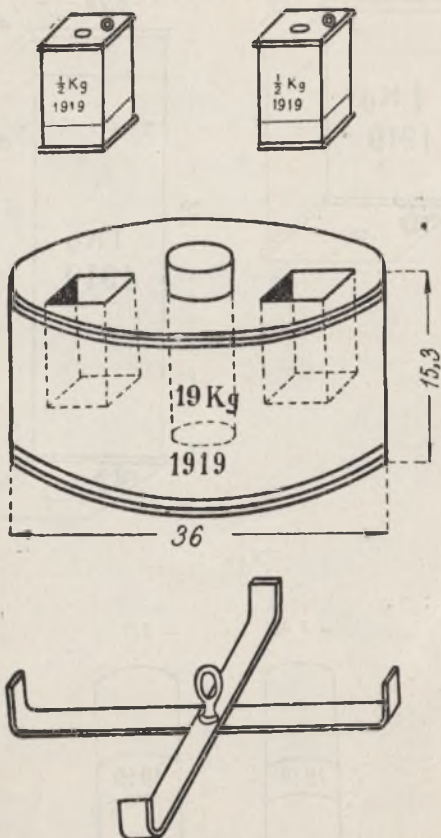
Puszki na naboje wybuchowe są zrobione z białej blachy (cynowanej), zlutowane wodoszcznie i pomalowane na szaro. Naboje wiertnicze mają kształt cylindra i zawinięte są w podwójny papier parafinowany.



Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.



Materiałem wybuchowym używanym w woj-  
sku niemieckim jest kwas pikrynowy (Spreng-  
munition 88). Amunicji wybuchowej używa się  
pod następującymi postaciami:

naboje 1 kg (rys. 5),

„ 200 g (rys. 6),

„ 100 g (rys. 7).

Oprócz melinitu używa się także trotylu  
(Sprengmunition 02); naboje takie same, jak po-  
wyżej (1 kg, 200 g i 100 g).

4.  
Amunicja wy-  
buchowa woj-  
ska niemiec-  
kiego.



Rys. 4.

Materiałem wybuchowym używanym w woj-  
sku francuskim jest melinit. Amunicja wybu-  
chowa wyrabia się pod następującymi postaciami:

Naboje wiertnicze 100 g (rys. 8),

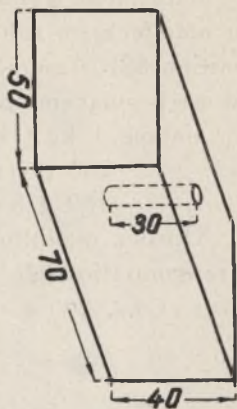
petardy wybuchowe 135 g (rys. 9),

„ „ 60 g (rys. 10),

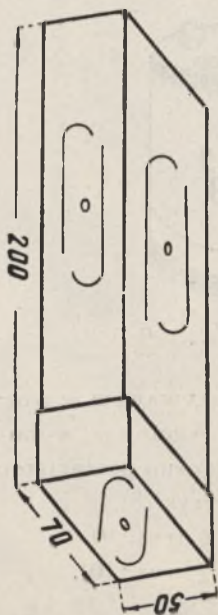
„ „ 10 kg i 20 kg

(rys. 11).

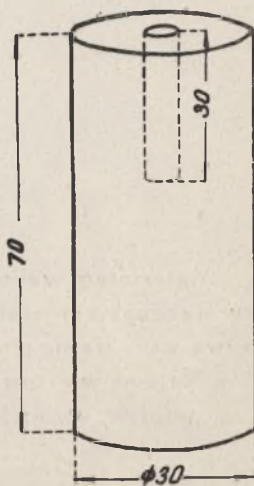
5.  
Amunicja wy-  
buchowa woj-  
ska francu-  
skiego.



Rys. 6.



Rys. 5.



Rys. 7.

Petarda 10 kg. ma te same wymiary co 20 gr, ale wysokość jej wynosi 210 mm.

Naboje wiertnicze i petardy posiadają opakowanie mosiężne z zewnątrz cynowane, wewnątrz lakierowane. Oprócz tego posiadają otwór na spłonkę, lub lont wybuchowy. Petarda 60 g. ma te same wymiary co 135 g, ale jest o połowę krótsza.

Francuski lont wybuchowy ma rdzeń melinitowy w rurce cynowej o średnicy 5 mm. Do zdetonowania lontu używa się spłonki 1,5 g z rtęcią piorunującą. Szybkość przenoszenia wybuchu wynosi około 7000 m na sekundę. Naboje melinitowe i petardy można detonować bez spłonki tylko zapomocą francuskiego lontu wybuchowego.

## 2. Nitroceluloza.

Nitroceluloza jest produktem, otrzymywanym przez działanie kwasów azotowego z siarkowym na bawełnę, lub celulozę drzewną. Jest znana w wielu odmianach, różniących się zawartością azotu, oraz rozpuszczalnością w mieszaninie alkoholu i eteru. Praktycznie wyrabia się następujące dwie odmiany nitrocelulozy:

1) nierozpuszczalną czyli *piroksylinę*, używaną do prasowania naboji minerskich, oraz jako domieszki do wyrobu pewnych gatunków prochu bezdymnego,

6.  
Otrzymywan-  
ie. Właści-  
wości.

2) rozpuszczalną czyli *koloksylinę*, używaną do wyrobu prochów bezdymnych i dynamitów. Z tego gatunku nitrocelulozy wyrabia się takie wytwory przemysłowe, jak filmy fotograficzne, jedwab sztuczny, celulooid, lakiery i t. p.

Nitroceluloza nie jest materiałem wybuchowym trwałym, wymaga częstych prób stałości. Wilgotna—jest trudna do pobudzenia, sucha—staje się bardzo wrażliwa.

7.  
Właściwości  
piroksyliny.

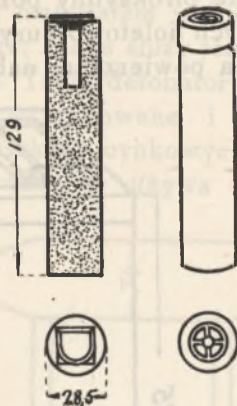
Piroksylina przypomina zewnętrznym wyglądem bawełnę sprasowana zaś pod wielkim ciśnieniem daje naboje podobne do twardej tekstury, koloru szarawego, o gęstości 1,2 do 1,25. Piroksylina jest ciałem higroskopijnem. Zależnie od zawartości wody, zmieniają się jej właściwości wybuchowe: odróżnia się piroksylinę suchą, zawierającą do 3% (zazwyczaj 1,5 do 2%) i moką, zawierającą do 30% wody (zazwyczaj około 15%). Piroksylina sucha ma kolor nieco jaśniejszy niż mokra.

Piroksylina sucha wybuchą:

- a) od detonacji spłonki wz. 28,
- b) od uderzenia pociskiem karabinowym z najbliższych odległości (15—20 kroków); jeżeli zawartość wody jest większa niż 1%, to nie wybuchą, lecz tylko się zapalą,
- c) od silnego uderzenia lub tarcia twardej metalami. Przy zawartości wody większej niż 1%, tylko się zapalą,

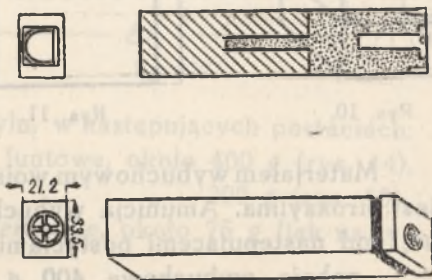
d) przy powolnym ogrzewaniu powyżej  $180^{\circ}$ .  
Pyroksylina mokra wybuchu:

a) od wybuchu piroksyliny suchej, użytej  
jako detonator,



Rys. 8.

b) przy spalaniu większej ilości, w jednej  
zwartej masie, przyczem część piroksyliny wy-

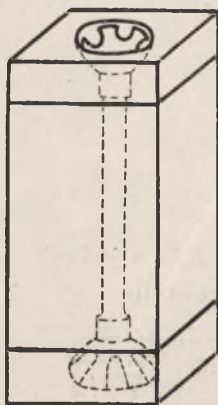


Rys. 9.

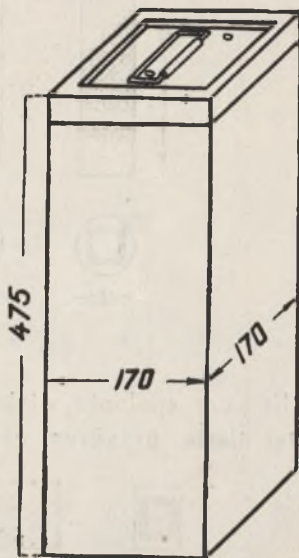
sucha się od ciepła, wytworzonego podczas spalania i wybuchu jak sucha.

Mróz nie wpływa na zdolność wybuchową piroksyliny.

Psucie się piroksyliny poznaje się po charakterystycznych fioletowo-burzych plamach, występujących na powierzchni naboju.



Rys. 10.



Rys. 11.

8.  
Amunicja wy-  
buchowa  
wojska ro-  
syjskiego.

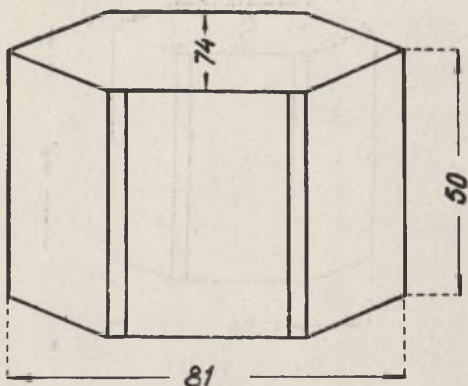
Materiałem wybuchowym wojska rosyjskiego jest piroksyлина. Amunicja wybuchowa wyrabia się pod następującymi postaciami:

naboje wybuchowe 400 g (kształt sześciangu),

naboje wybuchowe 250 g (rys. 12),  
 " " 125 g (rys. 13),  
 " " wiertnicze 60 g (jak  
 na rysunku 7).

Właściwym materiałem wybuchowym jest piroksylina mokra; sucha służy jedynie jako detonator pośredni. Takie detonatory z otworami na spłonkę są parafinowane i umieszczane w szczelnych puszkach cynkowych.

Oprócz piroksyliny używa się w wojsku



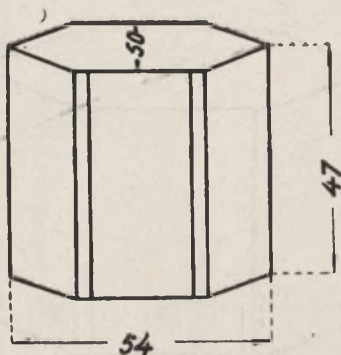
Rys. 12.

rosyjskiem trotylu, w następujących postaciach:  
 naboje 1 funtowe, około 400 g (rys. 14),  
 "  $\frac{1}{2}$  " " 200 g (rys. 15),  
 " wiertnicze, około 75 g (jak na ry-  
 sunku 7).

### 3. Tetryl.

9.  
Właściwości.  
Zastosowa-  
nie.

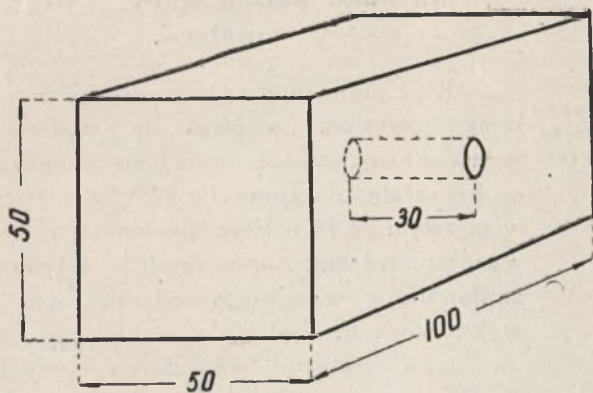
Tetryl jest produktem, otrzymywanym przez działanie kwasu azotowego na roztwór dwumetyloaniliny w kwasie siarkowym. Wzór chemiczny  $C_6H_2(NO_2)_3NCH_3NO_2$ ; jest to żółty proszek, topiący się w temperaturze  $131^{\circ}C$ . Nierozpuszczalny w wodzie, mało rozpuszczalny w alkoholu, rozpuszcza się w acetonie.



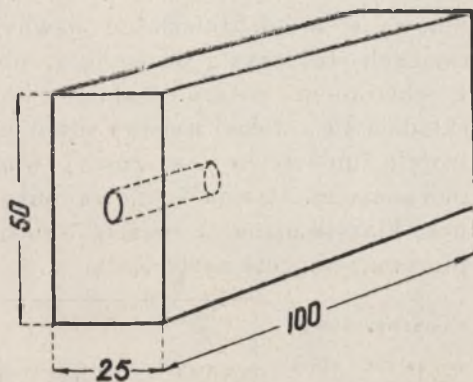
ys. 13.

Jako materiał wyłuchowy, odznacza się wrażliwością i wielką siłą kruszącą. Pozyskał znaczenie wyłącznie jako detonator pośredni do pobudzania trotylu lanego. Jest też składnikiem spłonki kombinowanej, tak rtęciowej, jak i azotkowej. Spłonki tetrylowe przewyższają pod względem siły pobudzającej kombinowane spłonki trotylowe.





Rys. 14.



Rys. 15.

#### 4. Materiał pobudzający. — Rtęć piorunująca.

10.  
Właściwości  
chemiczne  
i fizyczne.

Rtęć piorunującą otrzymuje się przez działanie spirytusu winnego na roztwór rtęci w kwasie azotowym; tworzą się wówczas szare kryształy o wzorze  $Hg(ONC)_2$ , o ciężarze właściwym 4,43. Rtęć piorunująca służy do wyrobu spłonek minerskich i artyleryjskich, zapłonników wszelkiego rodzaju oraz lontów wybuchowych. Posiada ona znaczenie wyłącznie jako materiał wybuchowy pobudzający, dzięki swej wrażliwości na uderzenie, tarcie i ogrzanie. Ogrzana detonuje przy  $180^{\circ} C$ .

11.  
Spłonki.

Obecnie są w użyciu t. zw. spłonki kombinowane, w odróżnieniu od dawnych, zawierających rtęć czystą piorunującą, lub zmieszaną z chloranem potasu. Spłonki kombinowane składają się z dolnej warstwy silnie prasowanego trotylu lub tetrylu oraz górnej warstwy rtęci piorunującej. Dawna handlowa numeracja spłonek, klasyfikująca je według zawartości rtęci piorunującej, jest następująca:

numer handlowy:

zawartość rtęci  
piorunującej w g:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3	0,4	0,54	0,54	0,65	0,81	1,5	2	2,5	3

W ministerstwie wojskowym oraz górnictwie używa się przeważnie spłonki Nr. 8, która

obecnie zawiera około 1 g trotylu lub tetrylu i 0,5 — 0,6 g rtęci piorunującej.

## 5. Materiał pobudzający. — Azotek ołowiu.

Azotek lub azydek ołowiu  $Pb(N_3)_2$  jest związkami pobudzającym, który od niedawna zaczął zastępować rtęć piorunującą w spłonkach. Przedstawia się jako biały proszek o ciężarze właściwym 4,8, jest znacznie mniej wrażliwy na wilgoć, niż rtęć piorunująca. Ogrzewany, pobudza się dopiero przy temperaturze powyżej  $300^{\circ}C$ . Spłonki azotkowe nie ustępują pod względem siły spłonkom rtęciowym, a pod względem odporności na wilgoć, znacznie je przywyższają.

12.  
Właściwości.  
Zastosowanie.

Azotek ołowiu, z biegiem czasu, w obecności wilgoci i dwutlenku węgla z powietrza, wchodzi w reakcję z miedzią tulejki spłonki, wytwarzając związki bardziej wrażliwe. Z tego względu tulejki do spłonek azotkowych wykonywa się z metalicznego glinu, przez co ich siłę jeszcze się powiększa, gdyż glin podczas wybuchu azotku spala się na powietrzu.

Spłonki azotkowo-tetrylowe w tulejce glinowej są obecnie zastosowane w wojskach różnych państw.

## 6. Górnicze materiały wybuchowe.

13.  
Ogólnie.

Górnicze materiały wybuchowe stanowią bardzo liczną i różnorodną kategorię. Stosuje się je w górnictwie, kamieniołomach, przy budowie dróg i tuneli, karczowaniu drzew i t. p.

Od materiałów wybuchowych, stosowanych w cywilnej technice minerskiej, wymaga się zazwyczaj, aby siła krusząca była zachowana w pewnych granicach, zakreślonych przez rodzaj wydobywanego surowca (węgla lub kamienia). Z tego względu, działanie górniczych materiałów wybuchowych jest zwykle słabsze, niż materiałów stosowanych w wojsku. Przyjmuje się, że siła dynamitów wynosi 60 — 80%, amonitów 40 — 60%, a szedytów 40 — 50% w stosunku do siły trotylu.

14.  
Podział górniczych materiałów wybuchowych.

Górnictwo węglowe stawia dla materiałów wybuchowych, stosowanych w kopalniach węgla, wymagania szczególne, ze względu na obecność w atmosferze kopalni gazu kopalnianego oraz pyłu węglowego, które są materiałem łatwopalnym i niebezpiecznym. Materiały wybuchowe stosowane w górnictwie dzielą się na:

- 1) powietrzne,
- 2) skalne.

15.  
Powietrzne górnicze ma-

Materiały wybuchowe *powietrzne* są takie, w których przez zastosowanie specjalnych do-

mieszek, osiągnięto obniżenie temperatury gazów powybuchowych i zmniejszono płomień podczas wybuchu, wskutek czego niebezpieczeństwo zapalenia gazu kopalnianego lub pyłu węglowego znacznie się zmniejszyło.

terjały wy-  
buchowe.

W celu uznania materiałów wybuchowych górniczych za powietrzne, bada się je urzędowo w specjalnych chodnikach i odpowiednio do wyniku badań, ocenia jako powietrzne.

Materiały wybuchowe, nie odpowiadające warunkom bezpieczeństwa względem gazu kopalnianego i pyłu węglowego, nazywają się *skalnymi*. Mogą być stosowane tylko w niektórych kopalniach.

16.  
Skalne ma-  
terjały wy-  
buchowe.

Wszelkie górnicze materiały wybuchowe, tak powietrzne, jak skalne, muszą być tak dobrane, aby w gazach powybuchowych nie było trującego tlenku węgla. Z tego względu, górnicze materiały wybuchowe są mieszaninami, często bardzo skomplikowanymi.

17.  
Dobór górni-  
czych ma-  
terjałów wy-  
buchowych.

## 7. Proch czarny.

Proch czarny jest mieszaniną saletry, siarki i węgla. Przeciętą zawartość procentowa wynosi: 75% saletry, 12,5% siarki, 12,5% węgla. Kształt, jaki się nadaje ziarnom prochu, bywa rozmaity i zależy od celu użycia go; spo-

18.  
Skład prochu.

tyka się drobno i grubo ziarnisty, w postaci małych słupków i t. p. Kolor prochu zależy od węgla użytego do wyrobu i bywa różny, od czarnego do żółtawo-brunatnego.

Gęstość<sup>1)</sup> prochu zależy od gatunku prochu i waha się w pobliżu 1 (mniej więcej 0,900 — 0,925).

19.  
Właściwości  
fizyczne.

Proch czarny wilgotnieje bardzo łatwo wskutek szczególnej zdolności wchłaniania w siebie pary wodnej z powietrza. Normalna zawartość wilgoci w prochu czarnym wynosi około 1%. Wchłonięta w nadmiernej ilości wilgoć obniża szybko wartość prochu i może doprowadzić do zupełnej jego nieprzydatności.

Ziarna dobrego prochu czarnego są twarde i mają barwę jednostajną, zależną od jakości użytego węgla (ziarna grafitowane mają barwę ciemno-grafitową i połysk; ziarna wyrabiane przy użyciu węgla czerwonego są brunatno-szare). Proch zawilgły ma zawsze barwę ciemniejszą i po wysuszeniu wykazuje zewnętrzne zmiany, zależnie od stopnia zwilgotnienia. Do tych zmian należą: a) niejednostajność barwy, b) białe plamki pochodzące od wylugowanej saletry, c) pojawienie się pyłu prochowego,

---

<sup>1)</sup> Gęstością nazywa się stosunek ciężaru materiału wybuchowego, wyrażonego w gramach, do objętości masy materiału wybuchowego w centymetrach sześciennych.

d) lekkie zlepianie się ziarenek, e) zbijanie się w większe, twarde grudki.

Pył, wydzielający się przy manipulacji prochem czarnym, jest wrażliwy, na tarcie, uderzenie i inne bodźce w większym stopniu, aniżeli samo ziarno i bywa często przyczyną niebezpiecznych wypadków. Obecność pyłu prochowego można stwierdzić, zanurzając rękę do prochu; dobry proch nie brudzi ręki.

20.  
Pył prochowy.

Proch czarny zapala się łatwo, a przebieg dalszego procesu zależy od warunków, w jakich się proch znajduje. Małe ilości prochu luźnego, dróżki prochowe, lont prochowy, proch rozsypany spalają się bez wybuchu; jeżeli jednak umieścić proch w mocnym opakowaniu, zapalenie wywoła wybuch wskutek gwałtownie wzrastającego ciśnienia i temperatury.

21.  
Zapalenie prochu.

Proch czarny zapala się od szybkiego nagrzania go do temperatury  $250^{\circ}$  —  $310^{\circ}$ . Uderzenia, tarcia i t. p. mogą wywołać zapalenie się prochu.

Proch czarny, znajdujący się w odpowiednich warunkach wybuchu od:

- a) zetknięcia z ogniem,
- b) zetknięcia z iskrą,
- c) detonacji spłonki,
- d) detonacji lontu wybuchowego,
- e) wybuchu lub detonacji innego materiału wybuchowego.

Uderzenie pocisku karabinowego może spowodować wybuch prochu.

Skutek zewnętrzny wybuchu prochu zależy od zagęszczenia masy prochowej; proch nasypyany luźno daje po wybuchu mały efekt użyteczny.

22.  
Wpływ opakowania i sposobu pobudzenia.

Małe ilości prochu luźnego, zapalone, spalają się bez wybuchu, jeżeli jednak umieścić proch w mocnym opakowaniu, zapalenie wywoła zawsze wybuch, wskutek gwałtownie wzrastającego ciśnienia i temperatury. Siłę wybuchu prochu czarnego można więc jeszcze podnieść, umieszczając go w mocnym opakowaniu oraz dodając odpowiedniej wielkości detonator z jakiegokolwiek kruszącego materiału wybuchowego.

## 8. Saletra wybuchowa.

23.  
Właściwości ogólne.

Saletrą wybuchową nazwano mieszaninę, zbliżoną składem chemicznym do prochu czarnego, w której saletrę potasową, częściowo lub całkowicie, zastąpiono saletrą sodową. Saletra wybuchowa jest jeszcze wrażliwsza na wilgoć od prochu czarnego, ale natomiast mniej wrażliwa na działanie mechaniczne. Ze względu na wrażliwość na wilgoć, nie można jej dłuższy czas przechowywać. Przepisy do przewozu saletry wybuchowej są znacznie łagodniejsze niż do prochu czarnego.



## 9. Materiały wybuchowe z azotanem amonu, zwane amonitami.

Amonity są to materiały wybuchowe, w których głównym składnikiem, dochodzącym czasami do 90%, jest azotan amonu,  $NH_4NO_3$  — saletra amonowa. Jest to sól biała, łatwo rozpuszczalna w wodzie, bardzo higroskopijna. Otrzymuje się ją przez złączenie amonjaku z kwasem azotowym. Podczas jej rozkładu wywiązuje się swobodny tlen, co pozwala zmieszać ją z ciałami palnymi, jak naprzykład mączka drzewna i węgiel drzewny oraz z nitrozwiązkami aromatycznymi, jak dwu i trójnitrotoluen lub nitronaftaleny. Amonity zawierają często również saletrę sodową, potasową lub barową, oraz, dla zwiększenia wrażliwości, pewien nieznaczny odsetek (3—6%) nitrogliceryny, ułatwiającej pobudzenie.

Amonity są najważniejszą odmianą górniczych powietrznych materiałów wybuchowych, dzięki niskiej temperaturze gazów wybuchowych. Odmiany amonitów powietrznych zawierają zawsze znaczny odsetek soli kuchennej (nawet do 30%), która tłumi płomień powybuchowe. Amonity te są odpowiednio słabsze.

Górnice naboje amonitowe są opakowane w papier pojedynczy lub podwójny i oparfinowane, następnie powiązane w paczki i po

24.  
Właściwości.  
Skład chemiczny.

owinięciu znowu oparafinowane. Są one naogół trudnopalne, na mechaniczne bodźce mało wrażliwe, natomiast wilgoć psuje je bardzo szybko. Nie są więc materiałem nadającym się do dłuższego przechowywania. Stanowią najważniejszy górniczy materiał wybuchowy, ze względu na swój charakter, odpowiadający warunkom pracy w kopalnictwie węgla kamiennego.

25.  
Produkcja  
w Polsce.

Materiały wybuchowe amono-saletrowe wyrabia się w Polsce pod różnymi nazwami handlowymi: amonit, lignozyt, bradyt, pionkit, dynamon, barbaryt i t. d.

## 10. Materiały wybuchowe chloranowe i nadchloranowe.

26.  
Właściwości.  
Skład chemiczny.

Materiały wybuchowe chloranowe zawierają, jako główny składnik, chloran potasu ( $KClO_3$ , sól Bertholeta), albo chloran sodu, a materiały wybuchowe nadchloranowe — nadchloran potasu ( $KClO_4$ ), sodu lub amonu. Sole te, użyte jako środki utleniające, są zmieszane z nitrozwiazkami aromatycznymi lub naftalenem oraz, dla zmniejszenia wrażliwości, z tłuszczami (olej rycynowy, waselina) lub parafiną.

Mieszaniny nadchloranowe, naogół znacznie mniej wrażliwe od chloranowych, czasami nie zawierają tłuszczu lub też zawierają, dla zwiększenia wrażliwości, nitroglicerynę. O ile

materiały wybuchowe tej kategorii są używane jako powietrzne, zawierają nadto znaczny odsetek soli kuchennej lub chlorku potasu.

Materiały wybuchowe chloranowe i nadchloranowe są opakowane podobnie jak amonity, chociaż są na wilgoć znacznie mniej od nich wrażliwe. Są jednakże bardziej wrażliwe na uderzenie i tarcie oraz łatwopalne. Posiadają właściwość, że z biegiem czasu podczas magazynowania twardnieją, wskutek czego tracą na wartości i trudniej pobudzają się.

Najwięcej materiałów wybuchowych tej kategorii wyrabia się we Francji pod nazwą „cheddite” (szedyty), którą to nazwę często stosuje się naogół do materiałów wybuchowych tej odmiany. W Polsce noszą nazwę *chloratytów*. Użycie ich jest mniejsze niż amonitów.

Chloratyt Nr. 3, albo miedziankit, jest to sól Bertholeta w postaci naboju wiertniczego, owinięta w papier, którą przed pobudzeniem zanurza się do nafty.

Materiały wybuchowe nadchloranowe noszą nazwę *nadchloratytów*.

## 11. Nitrogliceryna i dynamity.

Nitrogliceryna  $C_3H_5(ONO_2)_3$  jest to żółtawy płyn, otrzymywany przez działanie kwasów azotowego i siarkowego na glicerynę. Nie

27.  
Nitroglicery-  
na.

rozpuszcza się w wodzie, a rozpuszcza się w alkoholu, acetonie i eterze. Przy 8°C krzepnie. Ciężar właściwy 1,6. Ogrzana powyżej 180°C wybucha. Zapach ma słaby, przyjemny, jednak pobudzający do bólu głowy i nudności. Jest trucizną. Zasady rozkładają i unieszkodliwiają nitroglicerynę.

Ze względu na wielką wrażliwość przewóz nitrogliceryny jest wzbroniony. Posiada ona znaczenie jako bardzo ważny składnik różnych mieszanin wybuchowych, przedewszystkiem dynamitów i bezdymnego prochu nitroglicerynowego.

28.  
Dynamit  
okrzemkowy.

Dynamit okrzemkowy jest to mieszanina otrzymywana przez ugniatanie ręczne lub maszynowe nitrogliceryny z ziemią okrzemkową (Kieselguhr). Dynamit okrzemkowy Nr. 1 zawiera 75% nitrogliceryny.

Obecnie nie ma dynamit okrzemkowy prawie żadnego znaczenia.

29.  
Żelatyna  
wybuchowa.

Żelatyna wybuchowa jest to roztwór koloksyliny (6 — 8%), czyli rozpuszczalnej nitrocelulozy w nitroglicerynie. Rozpuszczania dokonywa się w ciepłej wannie, a po ostudzeniu otrzymuje się plastyczną masę.

Jest to materiał wybuchowy o bardzo wielkiej sile kruszącej, nie ustępujący najsilniejszemu wojskowemu materiałom minerskim. Pobudza się do wybuchu bardzo łatwo (spłonki Nr. 3)

Ze względu na siłę kruszącą, zastosowanie żelatyny wybuchowej w minerstwie cywilnem jest ograniczone.

Dynamity żelatynowane stanowią bardzo liczną odmianę materiałów wybuchowych, w których nitrogliceryna z rozpuszczoną koloksyliną jest następnie dokładnie zmieszana z solami utleniającymi, jak naprz. saletrą sodową, potasową, amonową lub barową, oraz z ciałami palnymi, jak mączka drzewna, lub z nitrozwiązkami aromatycznymi. Ilość nitrogliceryny, stanowiąca o sile dynamitów, bywa bardzo różna i wynosi od 15 do 70%. Dynamity powietrzne zawierają nieznaczny odsetek nitrogliceryny, natomiast większą ilość azotanu amonu wraz z domieszką soli obojętnych (sól kuchenna, chlorek potasu, szczawian amonu).

Dynamity nie nadają się do dłuższego przechowywania. Nitrogliceryna, o ile nie była dobrze oczyszczona przy fabrykacji, może się rozkładać i wówczas wydziela gazy o przykrym zapachu. Również nitrogliceryna może zacząć się wydzielać z dynamitu na powierzchnię naboju, występując nawet przez papierowe opakowanie nazewnątrz; naboje dynamitu „pocą się”. Taki dynamit należy szybko zużyć lub spalić.

Nitrogliceryna w dynamicie marznie równie łatwo jak wolna, dynamit zmarznięty pobudza się trudno, Nosi on nazwę „dynamitu

30.  
Dynamity żelatynowane.

twardego". Takiego dynamitu do prac mineralnych używać nie wolno; przed użyciem należy go odtajać, umieszczając na pewien czas w podwójnym naczyniu ogrzewanem ciepłą wodą. Są w handlu dynamity trudno marznące, które wyrabia się przez dodanie specjalnych domieszek.

Na dynamit żelatynowany działa ujemnie dłuższe przebywanie w wodzie, szczególnie, o ile zawiera on saletrę amonową. Dynamit zapalony na powietrzu spala się szybko bez wybuchu, chociaż spalony w większej ilości może wskutek przegrzania wybuchnąć.

## 12. Płynne powietrze.

31.  
Zastosowanie  
płynnego po-  
wietrza jako  
materiału  
wybucho-  
wego.

Płynne powietrze zaczęto stosować jako materiał wybuchowy około r. 1900 pod nazwą „Oxyliquit”, lecz odrazu napotkano szereg trudności natury technicznej, których całkowicie usunąć dotychczas nie zdołano.

Płynne powietrze służy w tym wypadku jak środek utleniający, więc należało przede wszystkim wyszukać materiały palne, któreby posiadały właściwość wchłaniania dostatecznych ilości płynnego powietrza i utrzymania go w tym stanie przez czas niezbędny do koniecznych przygotowań do wybuchu. Ponieważ jednak w powietrzu mamy około  $\frac{4}{5}$  biernego azotu, więc ilość pochłoniętego płynnego po-

wietrza musiałyby być bardzo duża. Dlatego obecnie nie stosuje się płynnego powietrza, tak jak się je otrzymuje, lecz raczej płynny tlen, którego ilość w skroplonej mieszaninie po odparowaniu azotu wynosi 60 — 80%.

Jako ciała pochłaniającego, używa się teraz sadzy otrzymanywanej sztucznie, która się odznacza wybitnymi właściwościami pochłaniania płynów. Z sadzy z domieszką mączki drzewnej, naftalenu, siarki, metalicznego glinu i t. p. wyrabia się naboje.

Płynne powietrze dostarcza się z fabryki na miejsce pracy w szklanych naczyniach Dewara, o podwójnych ściankach i próżni pomiędzy ścianami. W naczyniach tych przesycą się te naboje płynnym powietrzem przez zanurzenie, następnie wprowadza się do otworu wiertniczego i pobudza się przy pomocy specjalnego zapalnika elektrycznego, nigdy zaś splotki i lontu prochowego, gdyż lont prochowy zwilżony płynnym powietrzem wybuchą. Są też inne sposoby przesycania naboju płynnym powietrzem, na przykład przez wpompowanie go do otworu wiertniczego.

Użycie płynnego powietrza jako górniczego materiału wybuchowego, ma swoje dodatnie i ujemne strony. Pod względem uwalnianej energii, nabój z płynnym tlenem przewyższa wszystkie materiały wybuchowe, lecz energia ła szybko spada, gdyż powietrze paruje, nabój

traci na minutę około 15 litrów gazów, a po 30 minutach przestaje być materiałem wybuchowym. Duże trudności sprawia przewóz płynnego powietrza z fabryki oraz samo przesyłanie naboju. Natomiast płynny tlen jest obecnie ubocznym produktem przy wytwarzaniu związków azotu z powietrza i cena jego jest bardzo niska w porównaniu z innymi materiałami wybuchowymi.

### 13. Prochy bezdymne.

32.  
Właściwości.  
Odmiany.

Prochy bezdymne wyrabia się z nitrocelulozy. Stosuje się przytem tak nitrocelulozę rozpuszczalną (koloksylinę), jak nierozpuszczalną (piroksylinę) lub mieszaninę obu odmian. Zasadniczym zabiegiem przy wyrobie prochu bezdymnego jest żelatynizacja, czyli potraktowanie odpowiednim rozpuszczalnikiem i następnie prasowanie lub walcowanie.

Prochy bezdymne dzieli się na:

1) nitrocelulozowe, składające się wyłącznie z nitrocelulozy żelatynowanej zapomocą alkoholo-eteru lub acetonu.

Tu należy francuski, t. zw. proch B, tego też prochu używa się w Polsce.

2) Nitroglicerynowe, składające się z nitrocelulozy żelatynowanej zapomocą nitrogliceryny lub nitrogliceryny i acetonu.

Tutaj należą prochy zwane balistytem



i kordytem, używane w Anglii, Włoszech, Niemczech i dawniej w Austro-Węgrzech.

Prochy bezdymne przedstawiają się jako rogowata substancja w postaci płytek, taśm, wstęg lub makaronu, barwy żółtawej, czasami pokryte grafitem i wówczas czarne i błyszczące.

Nitroceluloza oraz nitrogliceryna na skutek zabiegu żelatynizacji i prasowania zatraciły właściwości kruszących materiałów wybuchowych; zapalone nawet w zamkniętej przestrzeni spalają się z wzrastającą szybkością, lecz nie detonują. Na tem polega ich charakter jako materiałów wybuchowych miotających.

Proch bezdymny jest trudny do pobudzenia; przy użyciu do prac minerskich wskazane jest mieszać go z prochem czarnym. Jako materiał wybuchowy nie jest trwały, a przechowywany — psuje się. Objawia się to przez powstawanie przykrego zapachu i plam na powierzchni. Proch bezdymny należy perjo-dycznie badać celem sprawdzenia, czy nie ulega rozkładowi, mogącemu wywołać samozapalenie się.

## 14. Przewóz materiałów wybuchowych na kolejach żelaznych, samochodami i podwodami oraz na drogach wodnych.

33.  
Postanowie-  
nia obowią-  
zujące.

Sposoby przewozu materiałów wybuchowych w Polsce ustala „Taryfa ogólna na przewóz towarów, zwłok i zwierząt“ (część I, art. 54, ust. 2A).

Sposoby przewozu samochodami, podwodami oraz drogami wodnymi ustalają Przepisy służbowe M. S. Wojsk. L. 220 — 200 z dnia 14 czerwca 1927 roku.

Poniżej zawarte są najważniejsze wytyczne z powyższej Taryfy ogólnej oraz Przepisów służbowych.

34.  
Przewóz ko-  
lejami.  
Przepisy  
ogólne.

Dopuszczenie do przewozu materiałów wybuchowych zachodzi na podstawie prób, których wykonanie zarządza dla materiałów wybuchowych stosowanych w wojsku Ministerstwo Spraw Wojskowych, a dla górniczych materiałów wybuchowych — Ministerstwo Przemysłu i Handlu.

Materiały wybuchowe dopuszczone do przewozu dzieli się na dwie grupy.

Grupę I stanowią materiały wybuchowe bezpieczne przy zwykłych czynnościach, dopuszczone w ilościach *dowolnych*, jako przesyłki zwyczajne. Należą tutaj materiały wybuchowe górnicze, jak amonity, lignozyt, materiały wy-

buchowe chloranowe i nadchloranowe, nitrozwiazki aromatyczne, wilgotna nitroceluloza (25% wody dla nieprasowanej, 15% dla prasowanej).

Grupę II stanowią materiały wybuchowe, które można przewozić *tylko w przesyłkach wagonowych*. Należą tutaj materiały wybuchowe, nie odpowiadające warunkom bezpieczeństwa ogólnego, wymaganego dla grupy I, t. j. proch czarny, nitroceluloza z zawartością przynajmniej 15% wody, dynamity oraz materiały wybuchowe zbliżone składem chemicznym do dynamitów.

Celem przeprowadzenia badań w pracowniach, urzędowych lub urzędowo uznanych, mogą być przewożone jako drobniça próbki materiałów, owinięte w papier w postaci naboju, w dwu skrzyniach z desek o grubości przynajmniej 25 mm. Na skrzyni zewnętrznej musi być trwały napis barwy czerwonej „Próba materiałów wybuchowych (EXSPLOZYW), nie rzucać“.

Próbki materiałów wybuchowych przesyłane przez instytucje wojskowe do pracowni chemicznych do zbadania, mogą być w szczelnych blaszanych pudełkach, zapakowane, jak wyżej, do skrzynek drewnianych.

Przesyłki amunicji, materiałów wybuchowych i strzelniczych, nadawane do przewozu

35.

Przesyłki próbek materiałów wybuchowych.

36.

Opakowanie. Nadawanie.

przez instytucje wojskowe, mogą być znakowane i opakowane według przepisów wojskowych z zachowaniem ograniczeń co do ciężaru skrzyń (beczek).

Do każdej przesyłki powinno być dołączone zaświadczenie uznanego przez zarząd kolei chemika, że materiał wybuchowy odpowiada co do składu wymaganiom przepisów oraz że wytrzymał wymagane próby. Przy nadawaniu przesyłek wojskowych zaświadczenie chemika zastępuje odpowiednie zaświadczenie komendanta instytucji wojskowej, nadającej przesyłkę.

37.  
Przewóz.  
Eskorta.

Do przewozu materiałów wybuchowych należy używać tylko wagonów krytych. Przy nadawaniu więcej niż jednego wagonu z materiałami wybuchowymi jest nadawca obowiązany wyznaczyć specjalnego eskortującego dozorcę. Dozorca nie może zajmować miejsca w wagonach, w których znajduje się materiał wybuchowy, musi jednakże być umieszczony w tym pociągu.

38.  
Odbiór.

Odbiorca powinien być zawiadomiony o mającej nadejść przesyłce, zawierającej materiały wybuchowe, z podaniem czasu jej przybycia. Przyjęcie przesyłki materiałów wybuchowych powinno nastąpić w ciągu 3 godzin dziennych, a wyładowanie w ciągu następnych

9 godzin dziennych po przybyciu i zawiadomieniu.

Wóz lub samochód nie może być obładowany powyżej 80% swojej ładowności, a na jeden wóz nie można ładować więcej niż 2 tonny materiału wybuchowego. Naładowane wozy należy przykryć oponą brezentową (plandeką) i oznaczyć czarną chorągiewką. Konie należy zaprząć dopiero po całkowitem naładowaniu wozu, w chwili ruszania w drogę. Wozy konne mogą się poruszać tylko stępa, samochody z szybkością 10 km na godzinę. Do każdego wozu prócz woźnicy (kierowcy) należy przydzielić przynajmniej jednego żołnierza, obeznanego z przepisami obchodzenia się z danym materiałem wybuchowym. Poszczególne wozy zachowują w drodze między sobą odległość przynajmniej 5 m, a przejeżdżając przez miejscowości zamieszkane—nie mniej niż 15 m.

Przed przejazdem przez większe miejscowości zamieszkane, powinien się komendant transportu przekonać, czy droga jest wolna. O przewozach powyżej 100 kg materiału wybuchowego należy zawiadomić władze bezpieczeństwa publicznego w większych miejscowościach, przez które przewóz będzie się odbywał, podając dzień i godzinę przybycia.

Woźniców (kierowców) oraz eskortę przewozu obowiązują pod względem zachowania środków ostrożności od ognia te same prze-

39.  
Przewóz materiałów wybuchowych samochodami i podwodami.

pisy, co w magazynach materiałów wybuchowych. Palenie ognisk na spoczynkach oraz tytoniu może się odbywać w odległości przynajmniej 200 m od miejsca postoju wozów.

40. Przewóz dro-  
gami wodne-  
mi. Przy przewożeniu materiałów wybucho-  
wych drogami wodnymi obowiązują naogół te  
same przepisy, co podczas przewożenia kole-  
jami i podwodami, z uwzględnieniem jednak  
warunków, które wynikają z charakteru prze-  
wozu wodnego.

Ładowanie i wyładowywanie materiałów  
wybuchowych w porcie może się odbywać  
tylko w miejscach i w czasie wyznaczonym  
przez władze portowe.

Przewóz materiałów wybuchowych na wo-  
dach śródlądowych może się odbywać tylko:

1) na parowcach posiadających specjalne  
prochownie i

2) na barkach holowanych.

Statki wiozące materiały wybuchowe wy-  
wieszają: na morzu flagę czerwoną typu obo-  
wiązującego, na wodach śródlądowych—flagę  
czarną typu obowiązującego.

Napotykanie statki należy jak omijać naj-  
dalej.

## 15. Przepisy przechowania i konserwacji saperskiej amunicji wybuchowej.

Warunki techniczne, jakim mają odpowiadać magazyny i składy do przechowywania materiału wojskowego wogóle, ustala Przepis służbowy L. 215—5.

41.  
Magazyny  
materiałów  
wybucho-  
wych.

Postanowienia ustalające sposób przechowywania i konserwacji saperskiej amunicji wybuchowej podaje P. S. 220—200 z 14 czerwca 1927 r.

42.  
Przepisy  
o przechowywaniu  
i konserwacji.

Skrzyń i beczek z materiałami wybuchowymi nie można ustawiać bezpośrednio na ziemi, lecz na kantówkach  $10 \times 10$  cm. Poszczególne skrzynie należy ustawiać w odległości od siebie nie mniejszej niż 10 cm, odstęp od ścian bez okien powinien wynosić przynajmniej 20 cm, a od ścian z oknami — przynajmniej 80 cm.

43.  
Ustawianie  
skrzyń z ma-  
teriałami  
wybucho-  
wymi.

Materiały wybuchowe należy układać grupami i podgrupami jednolitych materiałów. Każda grupa względnie podgrupa powinna posiadać czarną tabliczkę z wypisanymi na niej krełą: numerem porządkowym, nazwą materiału wybuchowego, ilością skrzyń, ilością i rodzajem ładunku, rokiem wykonania i datą ostatniego badania.

44.  
Grupy mater-  
jałów wybu-  
chowych.

Podział na grupy i podgrupy:

- 1 grupa — proch czarny,
- 2 „ a) proch bezdymny,  
b) dynamity i piroksyлина sucha,
- 3 „ piroksyлина wilgotna,
- 4 „ kwas pikrynowy i trójnitro-  
toluen,
- 5 „ a) materiały wybuchowe chlo-  
ranowe,  
b) materiały wybuchowe nad-  
chloranowe,
- 6 „ materiały wybuchowe amo-  
nowe,
- 7 „ a) zapalniki, słonki,  
b) lonty czasowe i wybuchowe,
- 8 „ amunicja świetlna.

45.  
Zakaz wspól-  
nego prze-  
chowywania.

Bezwzględnie jest zabronione wspólne przechowywanie następujących różnorodnych materiałów wybuchowych:

1) prochu czarnego z innymi prochami i materiałami wybuchowymi,

2) sproszkowanego kwasu pikrynowego z materiałami wybuchowymi chloranowymi i amonowymi, piroksyliną oraz prochami i dynamitami,

3) materiałów wybuchowych chloranowych z prochami bezdymnymi oraz z dynamitami i amonowymi materiałami wybuchowymi,

4) zapalników, słonek i t. p. z innymi materiałami wybuchowymi,



5) amunicji świetlnej, sygnałowej i zapalającej z innymi rodzajami amunicji oraz z materiałami wybuchowymi, w szczególności z prochem.

6) granatów ręcznych i karabinowych z luznami materiałami wybuchowymi oraz prochami.

Podział materiałów wybuchowych na grupy jest obowiązujący w zastosowaniu do dużych magazynów, względnie przy wielkich ilościach magazynowanych materiałów wybuchowych.

## ROZDZIAŁ B.

### ZAPALANIE ELEKTRYCZNE.

#### 1. Zapalarki elektryczne.

46. Zapalarki elektryczne. Zapalarki używane przez wojska innych państw przedstawiają rysunki od 16 do 22.

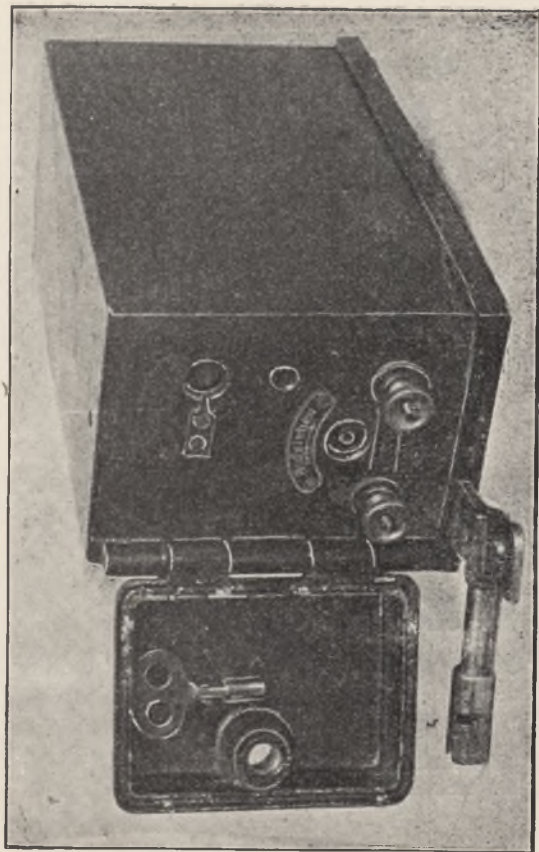
Na rysunku 16 jest przedstawiona zapalarka niemiecka, różniąca się od zapalarki wz. 23 jedynie brakiem dodatkowego zacisku i opornika 100 omowego do próby zapalarki.

Rys. 17 przedstawia zapalarkę szwajcarską. Konstrukcja i zasada działania są podobne do zapalarki wz. 23, a oprócz tego posiada ona wbudowany w przykrywie galwanoskop minerski.

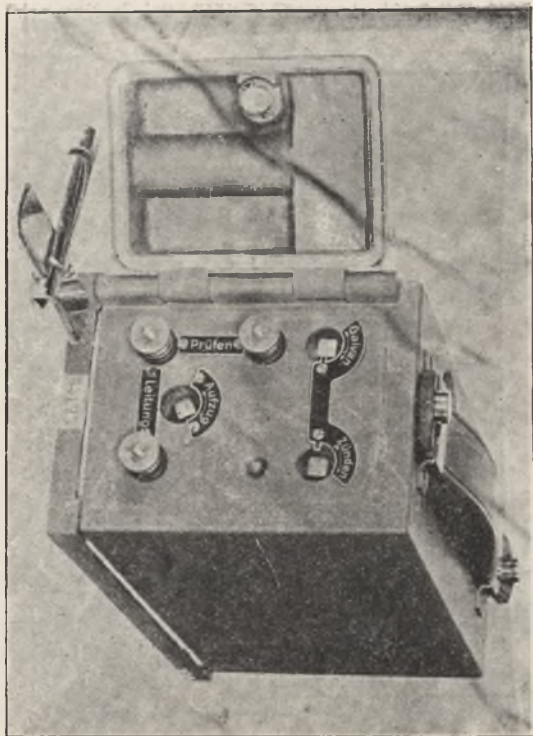
Rys. 18 — zapalarka niemiecka wz 1924, z silniczkiem sprężynowym i prądniczką szeregową; może zapalić zapalniki małej oporności, włączone w obwód o oporności najwyżej 40 omów. Zapalników o dużej oporności zapalać nie może. Ciężar zapalarki 2 kg.

Rys. 19 — zapalarka austriacka, może zapalić zapalniki włączone w obwód o oporności najwyżej 100 omów; nie posiada urządzenia do próbowania. Ciężar zapalarki 9 kg.

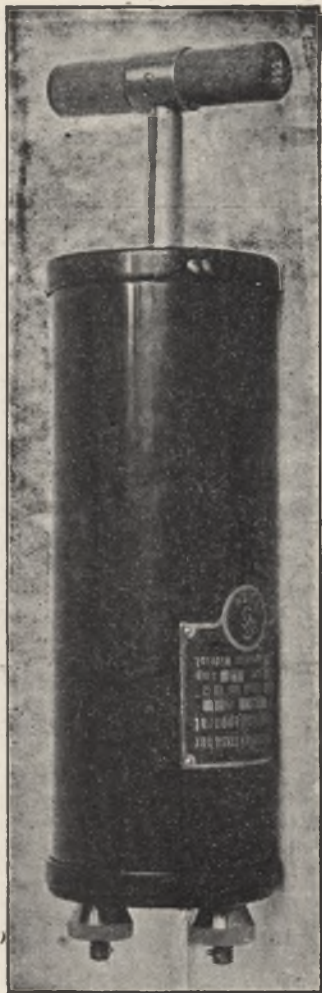
Rys. 20 — zapalarka austriacka; może za-



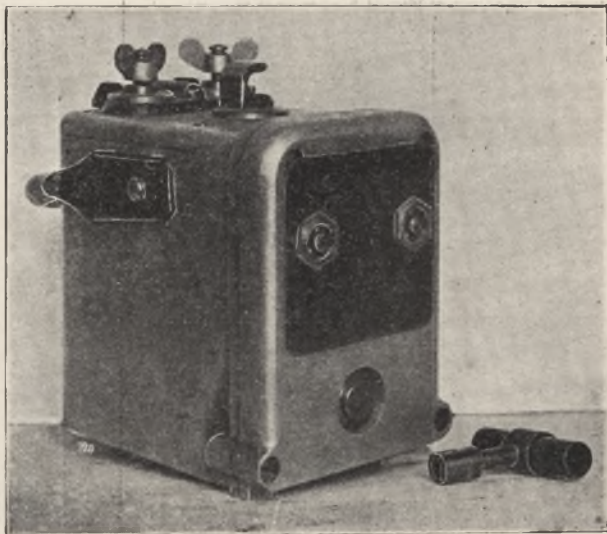
Kys. 16.



Rys. 17.



Rys. 18.



Rys. 11.



Rys. 20.

palić zapalniki włączone w obwód o oporności najwyżej 20 omów. Ciężar zapalarki 2 kg.

Rys. 21 — zapalarka niemiecka; posiada prądniczkę prądu zmiennego, napędzaną przy pomocy szybko wyciąganego klucza. Oporność sieci najwyżej 10 omów. Ciężar zapalarki 1,5 kg.

Rys. 22 — rosyjska zapalarka induktorowa; największa oporność sieci zapalników o małej oporności — 60 omów; zapalarka ta może zapalać zapalniki o dużej oporności. Ciężar zapalarki 8 kg.

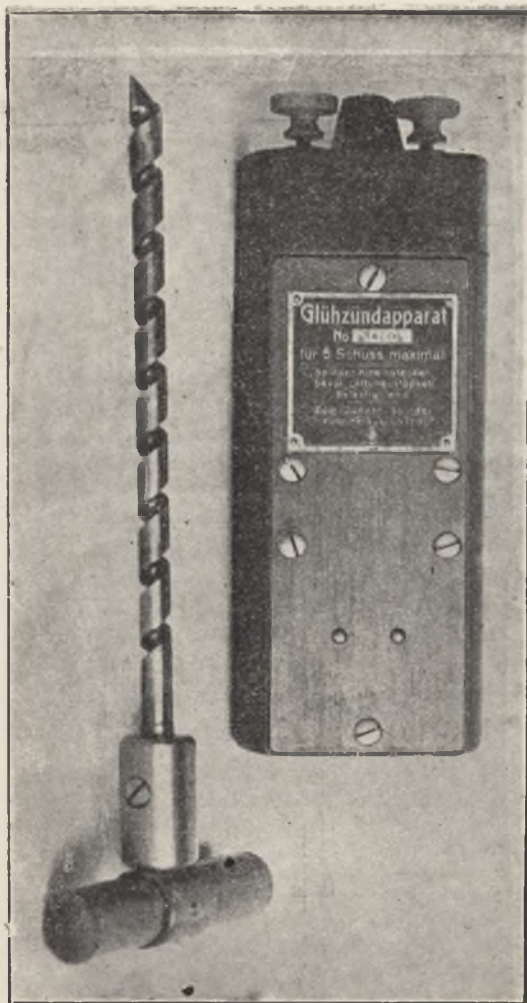
## 2. Zapalniki elektryczne.

47.  
Różne zapal-  
niki elek-  
tryczne.

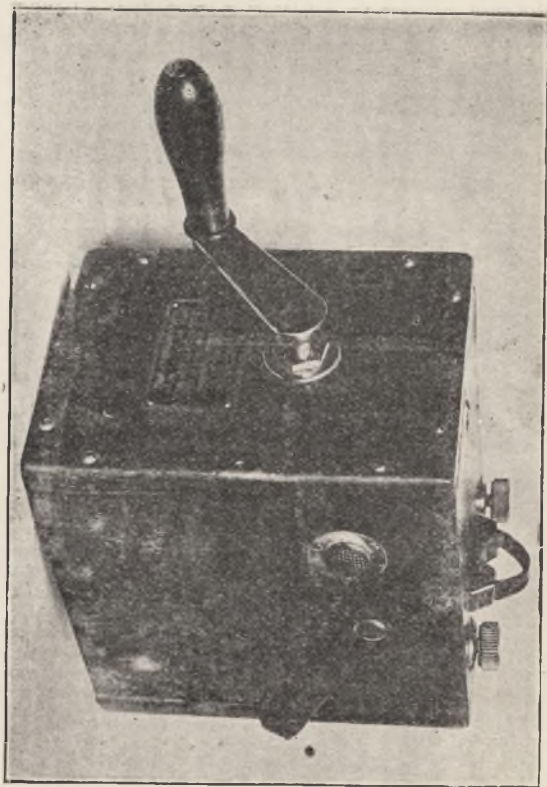
W górnictwie oraz w wojskach niektórych państw sąsiednich używane są zapalniki elektryczne o dużej oporności; konstrukcja ich jest prawie taka sama, jak zapalników o małej oporności. Zapalniki o dużej oporności nie mają drucika platynowo-irydowego, natomiast mieszanina zapalna zawiera domieszkę drobno sproszkowanego grafitu, dzięki której staje się przewodnikiem elektryczności. Prąd, doprowadzony zapomocą drutów miedzianych, przechodzi przez mieszaninę zapalną, rozgrzewa ją do temperatury pobudzenia i zapala.

Do zapalenia zapalnika o dużej oporności potrzeba prądu o natężeniu do 0,1 ampera, natomiast napięcie wynosić musi od 20 do 80 woltów.





Rys. 21.



Rys. 22.

tów. Oporność wewnętrzna zapalników tego typu waha się od 1000 do 50000 omów.

Sprawdzanie zapalników o dużej oporności zapomocą zwykłego galwanoskopu minerskiego jest niemożliwe. Zapalarka wz. 23 może zapalić kilkanaście zapalników o dużej oporności, jednakże zapalniki takie muszą być włączone w sieć równoległe, a nie szeregowo jak zapalniki o małej oporności.

Przedewszystkiem należy ustalić, czy jest to zapalnik o małej czy o dużej oporności. Po włączeniu zapalnika do zacisków galwanoskopu, wskazówka odchyli się widocznie (do końca skali), jeżeli jest to zapalnik o małej oporności; natomiast zapalnik o dużej oporności nie spowoduje odchylenia wskazówki.

Następnie, aby się przekonać, czy posiadana zapalarka wz. 23 będzie mogła zapalić owe zapalniki, trzeba jeden spróbować zapalić, włączając między zaciski zapalarki oznaczone „PROBA” i postępując w sposób przepisowy; jeżeli wybuch zapalnika nastąpi, a uprzednio stwierdzono, że są to zapalniki o małej oporności, możemy je łączyć w sieć szeregowo w ilościach wskazanych w tabeli I.

Jeżeli stwierdzono zapomocą galwanoskopu, że nieznanne zapalniki są o dużej oporności, należy je łączyć w sieć równoległe (rys. 23), a dopuszczalną ilość zapalników włączonych

48.  
Postępowanie z zapalnikami elektrycznymi nieznanego typu.

między dwa przewody główne trzeba określić doświadczalnie przez zapalenia próbne. Oporność przewodów głównych, przy sieci zapalników o dużej oporności, ma znaczenie drugorzędne, a długość przewodników może dochodzić nawet do kilku kilometrów.

Różne typy zapalników przedstawia rys. 24.

*Zapalnik 1* — o małej oporności, górniczy, ze spłonką górniczą, dwugramową, wyrobu krajowego.

*Zapalnik 2* — o małej oporności, górniczy, w tulejce papierowej, wyrobu krajowego; spłonkę górniczą wsuwa się w tulejkę papierową.

*Zapalnik 3* — o dużej oporności, górniczy, w tulejce papierowej, wyrobu krajowego; spłonkę wsuwa się w tulejkę papierową.

*Zapalnik 4 i 5* — o małej oporności, górnicze, wyrobu krajowego.

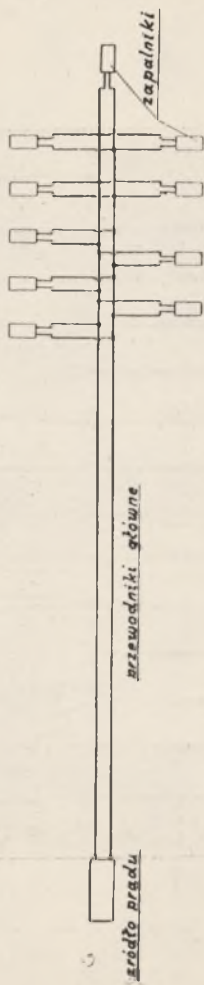
*Zapalnik 6* — o małej oporności, w tulejce papierowej, czasowy, wojska austriackiego.

*Zapalnik 7 i 8* — o małej oporności ze spłonkami, wojska austriackiego.

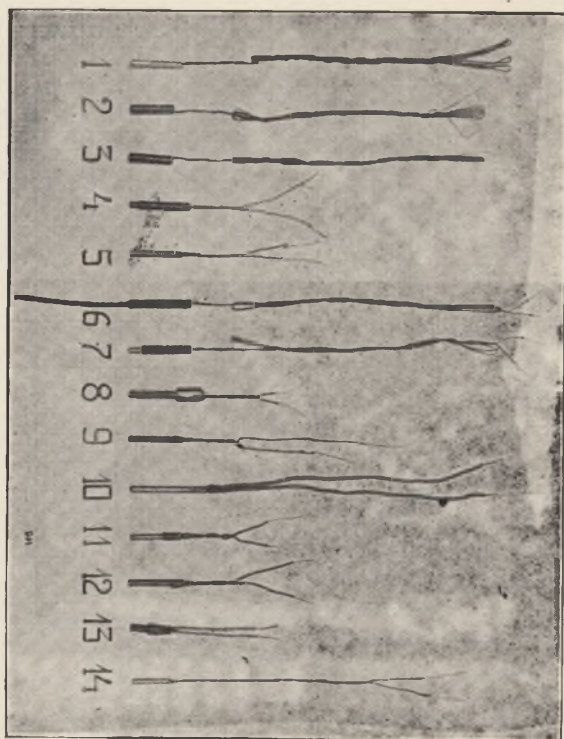
*Zapalnik 9* — o małej oporności, ze spłonką, wojska niemieckiego.

*Zapalnik 10* — o małej oporności, ze spłonką, górniczy, niemiecki.

*Zapalnik 11* — o dużej oporności, ze spłonką, górniczy, niemiecki.



Rys. 23.



Rys. 24.

*Zapałnik 12.* — o małej oporności, rosyjski; spłonkę wsuwa się w tulejkę mosiężną, zatknętą koreczkiem.

*Zapałnik 13.* — o dużej oporności, wojska rosyjskiego (Dreyer'a); spłonki wsuwa się w tulejkę gumową.

*Zapałnik 14.* — o małej oporności ze spłonką, francuski.







Wojewódzka Biblioteka  
Publiczna w Opolu

**CM KEK 327108**



000-327108-00-0