R G B WH GR BL

Grey Scale #13

C M Y K

DANES-PICTA.COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

Inches 1 2 3 4 5 6 7 8

Centimetres 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Colour Chart #13

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black

DANES-PICTA.COM

MINISTERSTWO OBRONY NARODOWEJ

Inż. - 22/47

INSTRUKCJA SAPERSKA

MATERIAŁY WYBUCHOWE I NISZCZENIA

WOJSKOWY
INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY

1 9 4 7

MINISTERSTWO OBRONY NARODOWEJ

Warszawa, dnia 27 marca 1947 r.

ZARZĄDZENIE WPROWADZAJĄCE

I. Zatwierdzam do użytku służbowego instrukcję „Materiały wybuchowe i niszczenia".

II. Z treścią niniejszej instrukcji powinna być dokładnie zaznajomiona cała kadra zawodowa jednostek szkolących saperów, kadra zawodowa innych szkolących w tej dziedzinie rodzajów broni. Uczniowie szkół i szeregowi kontyngensu powinni znać instrukcję w zakresie odnośnych instrukcyj i programów wyszkolenia.

Przy przeprowadzaniu ćwiczeń ostrych z dziedziny niszczeń należy zwrócić szczególną uwagę na środki bezpieczeństwa; wszyscy dowódcy przeprowadzający takie ćwiczenia obowiązani są dołożyć wszelkich starań, aby zapewnić pełne bezpieczeństwo zarówno swoim oddziałom jak i miejscowej ludności.

II WICEMINISTER
OBRONY NARODOWEJ
w z. (—) BORDZIŁOWSKI
generał dywizji

5762
BIBLIOTEKA AP W

WSTĘP

WIADOMOŚCI OGÓLNE

1. Jednym z ważniejszych zadań wykonywanych przez saperów jest minowanie i niszczenie różnych obiektów i budowli.

2. Przy planowaniu i pracach przygotowawczych do niszczeń należy ewakuować najbardziej cenne mienie (materiały wojenne, broń, szlachetne metale i wyroby z nich, materiały pędne i smary, środki transportowe itp.). Niszczenia dokonywać za pomocą amunicji wybuchowej oraz, w celach oszczędności materiałów wybuchowych, stosować również niszczenie mechaniczne i palenie.

Rozpoznanie obiektów przeznaczonych do zaminowania i zniszczenia należy przeprowadzać zawczasu.

3. Prace minerskie stosowane są:

a) przy budowie przeszkód, w terenie i na szlakach wodnych, wykonywanych w celu zahamowania ruchu, zniszczenia sił żywych, zahamowania i zdezorganizowania zaopatrzenia materiałowego nieprzyjaciela;

b) w walkach podziemno-minerskich;

c) w celu szybkiego zniszczenia budowli (mostów, dróg, tuneli, stacji kolejowych itp.) i urządzeń fortyfikacyjnych, aby uniemożliwić nieprzyjacielowi ich użycie;

d) w celu uszkodzenia względnie zniszczenia innych obiektów mających znaczenie wojskowe, a które mogłyby być wykorzystane przez nieprzyjaciela (urządzenia portowe, centrale łączności — telefonicznej, telegraficznej i radiowej, składy itp.);
e) w celu przyspieszenia prac w skałach i prac ziemnych, wykonywanych przy budowie dróg i budowli fortyfikacyjnych, rowów przeciwczołgowych i w minerstwie podziemnym;
f) przy przygotowaniu kamieni do budowy dróg, budowli betonowych i innych robót budowlanych;
g) przy wysadzaniu lodów w celu zabezpieczenia mostów, budowli i urządzeń wodnych w okresie ruszania lodów.

4. W rozkazie wykonania zadań minerskich należy podać:

a) miejsca i obiekty podlegające zniszczeniu;
b) stopień zniszczenia;
c) termin ukończenia prac przygotowawczych;
d) dowódcę uprawnionego do wydania rozkazu wykonania niszczeń;
e) zarządzenia ochronne w celu zabezpieczenia prac minerskich i obiektów zaminowanych.

ROZDZIAŁ I

MATERIAŁY WYBUCHOWE

5. Materiały wybuchowe (mat. wyb.) są to związki chemiczne lub mieszaniny ciał, które pod działaniem zewnętrznych czynników, czyli pobudzone w odpowiedni sposób, zdolne są do gwałtownego rozkładu chemicznego (gwałtownego spalania), którego produktem jest gaz o wysokiej temperaturze i dużym ciśnieniu, zdolny do wykonania pracy.

Proces ten nazywamy ogólnie w y b u c h e m.

Czynnikami charakteryzującymi proces wybuchu są:

a) szybkość rozkładu mat. wybuchowych będąca najważniejszą charakterystyczną właściwością procesu wybuchu; wynosi ona dla mat. wyb. używanych w praktyce od setnych do milionowych części sekundy;

b) wydzielanie ciepła, które daje możliwość raz rozpoczętemu procesowi rozkładu rozwijać się dalej i w swym przebiegu osiągnąć maksymalną szybkość; bez wydzielania ciepła nie może mieć miejsca żaden wybuch;

c) wydzielanie wielkiej ilości gazów, które będąc silnie nagrzane, a przy tym znacznie rozszerzając się, wywołują bardzo wysokie ciśnienie. Ciśnienie to właśnie jest czynnikiem wybuchu wykonującym pracę.

Praca wybuchu przejawia się w formie miotania, rozłupywania lub kruszenia otaczających przedmiotów.

6. Proces pobudzania do wybuchu ładunku mat. wyb. nazywa się inicjowaniem względnie potocznie — zapalaniem.

Do wywołania wybuchu potrzeba pewnej ilości energii pobudzającej materiał wybuchowy do rozkładu. Tę niezbędną ilość energii dostarcza się mat. wyb. w formie początkowego impulsu (bodźca).

Do wywołania początkowego impulsu stosuje się różne formy energii, a mianowicie:

a) mechaniczną (uderzenie, nakłucie, tarcie);
b) cieplną (płomień, nagrzewanie);
c) elektryczną (rozżarzenie, iskra);
d) energię wybuchu innego mat. wyb. (spłonka detonująca lub przez przeniesienie detonacji).

Praktycznymi sposobami inicjowania wybuchu, przyjętymi w pracach minerskich, są: ogniowy (patrz pkt 29), elektryczny (patrz pkt 40), przez przeniesienie detonacji (patrz pkt 101) i mechaniczny (patrz pkt 102).

7. Procesy wybuchowego rozkładu mogą przebiegać z różnymi szybkościami. Zależą one nie tylko od rodzaju i składników mat. wyb., lecz także od sposobu pobudzania do wybuchu (siły początkowego impulsu) i od zewnętrznych warunków (ciśnienie i temperatura, ilość i gęstość materiału itp.), w których powstaje i przebiega sam proces.

a) Szybkie spalanie — proces rozkładu zachodzący z szybkością kilku metrów na sekundę, pozostający w znacznym stopniu pod wpływem warunków zewnętrznych. Jeżeli ten proces przebiega na wolnym powietrzu, zachodzące przy tym efekty dźwiękowe zwykle są znikome i zjawisko to nazywamy deflagracją.

Przykład — spalanie prochu na wolnym powietrzu.

W uszczelnieniu proces ten przebiega z większą energią i towarzyszy mu dość duży huk. Działanie produktów spalania cechuje większe lub mniejsze wzrastanie ciśnienia gazów i wykonywanie przez nie pracy deformacji lub miotania w kierunku najmniejszego oporu.

Jako przykład mogą służyć: przy strzelaniu artyleryjskim — ładunek prochowy naboju, rozwijający coraz większą energię aż do chwili gdy pocisk opuszcza lufę, działanie wyrzutowe ładunku miotającego w minie OZM - 152.

b) Wybuch — proces rozkładu przebiegający ze zmienną szybkością mierzoną setkami a nawet tysiącami metrów na sekundę i w małym stopniu uzależniony od warunków zewnętrznych. Działanie produktów wybuchu cechuje gwałtowny wzrost ciśnienia w miejscu wybuchu, uderzenia gazów na otaczające środowisko i wykonywanie pracy kruszenia i rozłupywania na stosunkowo niedużych odległościach od miejsca wybuchu.

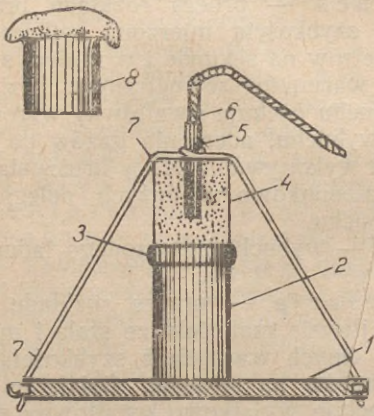
Przykład — wybuch zagłuszonego ładunku prochu czarnego.

c) Detonacja — proces rozkładu przebiegający w całej masie materiału ze stałą i maksymalnie możliwą w danych warunkach szybkością, mierzoną tysiącami metrów na sekundę. Działanie produktów detonacji cechuje wyjątkowo gwałtowny skok ciśnienia w miejscu detonacji z jednoczesnym maksymalnie możliwym w danych warunkach efektem kruszącym.

Szybkość detonacji jest jedną z ważniejszych i najbardziej charakterystycznych cech mat. wyb. Im większa jest szybkość rozkładu, czyli zamiany ciała stałego na gaz, którego objętość jest setki razy większa od objętości mat. wyb. v stanie stałym, tym większe będzie rozsadzające i kruszące działanie mat. wybuchowych.

8. Pod pojęciem kruszącego działania mat. wyb. należy rozumieć zdolność, w mniejszym lub większym stopniu, kruszenia materiałów będących w bezpośrednim z nim styku (jak np. metale, kamienie, skały itp.). Zjawisko to zależne jest przede wszystkim od szybkości rozkładu, ponieważ im większa szybkość rozkładu, tym większy jest wzrost ciśnienia i tym gwałtowniejsze uderzenie na otaczające środowisko; zjawisko to zależy również od wielkości ciśnienia wybuchowego.

Praktyczną ocenę kruszącego działania mat. wyb. ustalamy metodą próby Hessa.



Rys. 1. Próba Hessa:
1 — stalowa płyta; 2 — ołowiany słupek; 3 — stalowa płytka; 4 — papierowa łuska z mat. wyb.; 5 — płonka; 6 — lont prochowy; 7 — linka; 8 — ołowiany słupek po wybuchu

Przebieg próby

Ładunek mat. wyb. o wadze 50 g układamy na ołowianym słupku (rys. 1) i wysadzamy. Jako rezultat

wybuchu następuje spłaszczenie ołowianego słupka. Różnica wysokości słupka przed i po wybuchu charakteryzuje własności kruszące mat. wyb. Im większa jest ta różnica, tym większe jest działanie kruszące mat. wyb.

9. Obok właściwości kruszących jedną z ważniejszych właściwości mat. wyb. jest ich zdolność wykonywania pracy objawiająca się w miotającym działaniu.

W danym wypadku pod określeniem działania miotającego należy rozumieć rozdrobnienie i wyrzut wszelkiego rodzaju twardych mas będących środowiskiem wybuchu (najczęściej grunty).

Miarą miotającego działania będzie objętość wyrzuconego materiału lub objętość leja, powstałego po wybuchu, liczona na 1 kg mat. wyb. Objętość ta jest uzależniona od wagi i rodzaju ładunku mat. wyb., od rodzaju wysadzanego środowiska i sposobu umieszczenia w nim ładunku.

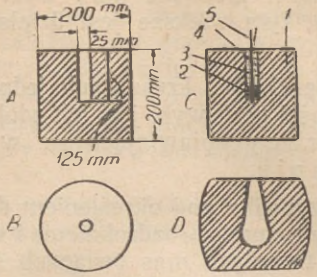
Na miotające działanie ma bardzo istotny wpływ głębokość umiejscowienia ładunku w danym środowisku. Na przykład ładunek trotylu umieszczony na powierzchni ziemi daje przy wybuchu lej o objętości około 0,15m³/kg, natomiast przy zagłębieniu ładunku na 0,4 m objętość leja w tej samej glebie dochodzi do 2 m³/kg.

Metodą praktyczną oceny miotającego działania mat. wyb. jest próba Trauzla.

Przebieg próby

Ładunek mat. wyb. o wadze 10 g wprowadza się do otworu bloku ołowianego i doprowadza do wybuchu (rys. 2). Przy wybuchu otwór w bloku rozszerza się;

powiększenie jego objętości jest miarą sprawności mat. wyb.



Rys. 2. Próba Trauzla:
A — blok ołowiany w przekroju; B — to samo w planie; C — blok uzbrojony do wybuchu; D — blok po wybuchu; 1 — blok ołowiany; 2 — ołowiana łuska z materiałem wybuchowym; 3 — zapalnik elektryczny; 4 — piasek; 5 — przewody

10. Wszystkie mat. wyb. można sklasyfikować według składu chemicznego i praktycznego zastosowania.

1) Według składu chemicznego mat. wyb. dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

a) chemiczne związki wybuchowe (rtęć piorunująca, trójazotek ołowiu, TNRS, trotyl, melinit, tetryl, ksylil, heksogen, teen itd.);

b) mieszaniny wybuchowe składające się z dwóch lub więcej składników nie związanych chemicznie ze sobą. Jeden z tych składników obfituje w tlen — drugi zawiera ciała spalające się kosztem tlenu zawartego w składniku pierwszym. Do nich zaliczamy: mat. wyb. saletro-amonowe, dynamity, chlorany, proch dymny itd.

2) Według praktycznego użycia dzielimy mat. wyb. na trzy grupy:

a) materiały wybuchowe pobudzające (detonatory);
b) mat. wyb. kruszące;
c) mat. wyb. miotające (prochy).

11. Materiałów wybuchowych pobudzających (detonatorów) używa się do wypełniania spłonek, kapiszonów i lontów wybuchowych. Są one bardzo wrażliwe na bodźce mechaniczne (uderzenie, tarcie) i działanie ognia (płomień, iskra). Jedną z ważniejszych właściwości materiałów pobudzających (detonatorów) jest zdolność wywoływania detonacji innych materiałów wybuchowych. Do tej grupy mat. wyb. zalicza się rtęć piorunującą, azydek ołowiu i trójnitrorezorcynian ołowiu (TNRS albo styfinian ołowiu).

12. Materiały wybuchowe kruszące używane są, w stanie naturalnym a także w formie stopów lub mieszanin, do wszelkiego rodzaju amunicji, petard, min itd., do wyrobu amunicji saperskiej (naboi mat. wyb.) w postaci kostek oraz do rozłupywania, kruszenia i burzenia różnych obiektów. Materiały kruszące w odróżnieniu od detonatorów odznaczają się mniejszą wrażliwością na zewnętrzne impulsy. Detonację ich powoduje się zwykle za pomocą spłonki. Materiały te wykazują stosunkowo niewielką wrażliwość i skutkiem tego są względnie bezpieczne w użyciu. Rodzajem rozkładu wybuchowego tych materiałów przeważnie jest detonacja.

Materiały wybuchowe tej grupy, dla uproszczenia obliczeń przy organizowaniu prac minerskich, z kolei dzielą się na mat. wyb. o:

a) zwiększonej sile wybuchu;
b) normalnej sile wybuchu;
c) zmniejszonej sile wybuchu.

Mat. wyb. o zwiększonej sile wybuchu mogą mieć zastosowanie przy wysadzaniu wyjątkowo trwałych

urządzeń (pancernych, żelazobetonowych obiektów fortyfikacyjnych) zarówno ładunkami wolnoprzyłożonymi jak i ładunkami uszczelnionymi.

Do grupy mat. wyb. o zwiększonej sile wybuchu należą: heksogen, pentryt (teen), stop heksogenu z trotylem, tetryl i żelatyny wybuchowe (93% dynamit).

Mat. wyb. o normalnej sile wybuchu z reguły stosuje się przy wszelkiego rodzaju pracach minerskich (wysadzanie żelaza, kamieni, drzewa), przy sporządzaniu min przeciw piechocie, przeciwczołgowych i fugasów.

Do mat. wyb. o normalnej sile wybuchu zalicza się: trotyl, stop trotylu z ksylilem (stop L), melinit (kwas pikrynowy), stop kwasu pikrynowego z dwunitronaftaliną (francuska mieszanka), 62% dynamit, amonotrotyl 50/50 i amonol.

Materiały wybuchowe o zmniejszonej sile wybuchu stosuje się jako ładunki wymagające uszczelnienia, a więc umieszczone w komorach minowych, rurach minowych, otworach wiertniczych przy pracach w glebach zwykłych i skalistych, przy sporządzaniu fugasów i min przeciw piechocie i przeciwczołgowych.

Do grupy mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu zaliczamy: amonotrotyl 80/20, amonoksylil, amonit (N 2 ti mocny), dwunaftalit, chloratyt, 29% i 12% gryżutina i dynamony K i T.

13. Materiały wybuchowe miotające (prochy) mają zastosowanie w nabojach do wszelkiego rodzaju broni palnej. Zwykłym rodzajem ich rozkładu wybuchowego jest szybkie spalanie (deflagracja). Przedstawicielem tej grupy mat. wyb. są prochy dymne i bezdymne.

A) Materiały wybuchowe pobudzające (detonatory)

Rtęć piorunująca $Hg(CNO)_2$

14. Rtęć piorunująca jest to masa drobnokrystaliczna koloru białego względnie szarego o smaku słodkawym, trująca, trudnorozpuszczalna w wodzie; w gotującej wodzie rozkłada się. Ciężar właściwy 4,42.

Mocne ługi i mineralne kwasy rozpuszczają rtęć piorunującą; **stężony kwas siarczany wywołuje jej wybuch.**

Rtęć piorunująca wchodzi w związek chemiczny z aluminium i dlatego w opakowaniach aluminiowych nie może być przechowywana; używa się natomiast **opakowania z miedzi, białego metalu lub papieru.**

Rtęć piorunująca chemicznie przedstawia dostatecznie stałe ciało. Temperatura jej wybuchu wynosi 160—165°.

Ze wszystkich praktycznie stosowanych mat. wyb. rtęć piorunująca jest najbardziej wrażliwa na uderzenie i tarcie.

Właściwości wybuchowe rtęci piorunującej maleją w wilgoci; na przykład przy zawartości 10% wilgoci rtęć piorunująca tylko pali się nie detonując, a przy 30% nawet się nie pali.

Rtęć piorunującą stosuje się do wyrobu spłonek i kapiszonów do naboi karabinowych, zapalników MD-2 itd. jako mieszaninę z chloranem potasu i antymonem bez innych domieszek lub w połączeniu z takimi kruszącymi materiałami, jak tetryl (patrz pkt 30) i inne (w celu spotęgowania mocy spłonek); w lontach wybuchowych — w połączeniu z tetrylem (patrz pkt 36).

Azydek ołowiu PbN_6

15. Azydek ołowiu ma postać drobno-krystalicznej substancji koloru białego, trudno-rozpuszczalnej w wodzie, o ciężarze właściwym 4,7—4,8.

Kwasy i ługi rozpuszczają azydek ołowiu.

Azydek ołowiu wchodzi w związek chemiczny z miedzią i dlatego nie stosuje się opakowań miedzianych, a używa się go **w opakowaniu aluminiowym.** Azydek ołowiu jest ciałem mniej wrażliwym od rtęci piorunującej i trudniej go pobudzić. Temperatura wybuchu wynosi około 310°.

W celu uzyskania niezawodności detonacji azydku ołowiu w spłonkach, powierzchnie jego pokrywa się cienką warstwą TNRS jako bardziej czułego mat. wyb. Pod wpływem promieni słońca azydek ołowiu stopniowo ciemnieje. Wrażliwość jego na uderzenie i tarcie jest znacznie mniejsza niż rtęci piorunującej. Azydek ołowiu nie traci zdolności do detonacji przy zawilgoceniu do 30%. Siła pobudzająca azydku ołowiu jako detonatora jest znacznie większa od siły pobudzającej rtęci piorunującej. Azydek ołowiu jest używany do spłonek (patrz pkt 30) w połączeniu z TNRS (w celu niezawodności detonacji) i mat. wyb. kruszącym (w celu spotęgowania mocy spłonek).

TNRS $C_6H(NO_2)_3O_2Pb$
(trójnitrorezorcynian ołowiu, styfinian ołowiu)

16. TNRS jest drobnokrystaliczną substancją ciemnożółtego koloru; nierozpuszczalny w wodzie. Ciężar właściwy 3,8. Pod działaniem mineralnych kwasów rozkłada

się, z metalami nie łączy się. TNRS jest ciałem stałym. Temperatura wybuchu wynosi około 270°. Pod wpływem bezpośrednich promieni słonecznych ciemnieje i rozkłada się.

Wrażliwość styfinianu ołowiu na uderzenie jest mniejsza niż azydku ołowiu, na tarcie — podobna jak azydku ołowiu.

TNRS jest wyjątkowo wrażliwy na płomień i iskrę.

Styfinian ołowiu posiada znacznie mniejsze zdolności jako detonator niż azydek ołowiu i rtęć piorunująca.

TNRS używa się w azydotetrylowych spłonkach (patrz pkt 30) w celu zapewnienia niezawodności ich detonacji.

B) Materiały wybuchowe kruszące

Trotyl $C_6H_2(NO_2)_3CH_3$
(trójnitrotoluen TNT)

17. Trotyl jest jednym z ważniejszych mat. wyb. kruszących, szeroko stosowanych w sztuce wojennej.

Trotyl ma postać twardego ciała krystalicznego, zwykle żółtego koloru, o smaku gorzkim, praktycznie biorąc nierozpuszczalny w wodzie.

Trotyl topi się w temperaturze około 81°, a tężeje przy 74—80°. Ciężar właściwy trotylu 1,66. Gęstość sproszkowanego trotylu około 1,0. Trotyl łatwo prasuje się. Gęstość prasowanego trotylu waha się w granicach 1,45—1,60. Gęstość topionego trotylu wynosi 1,54—1,59.

Z metalami związków chemicznych nie daje. Na ługi reaguje tworząc metaliczne po-

BIBLIOTEKA AP W

chodne — trotyliany posiadające w porównaniu z trotylem mniejszą trwałość i zwiększoną wrażliwość na działania mechaniczne.

Pod wpływem promieni słonecznych trotyl brunatnieje na powierzchni. Na działanie wysokich temperatur jest bardzo odporny i ulega częściowemu rozkładowi dopiero po poddaniu go przez dłuższy czas nagrzewaniu przy temperaturze powyżej 150°. Temperatura wybuchu trotylu wynosi około 300°.

Pod wpływem płomienia trotyl zapala się i, będąc nawet w dużych ilościach, pali się silnie kopcącym płomieniem **bez wybuchu.**

Na uderzenia i tarcie trotyl jest mało wrażliwy, co jest jego dużą zaletą. **Uderzenie pocisku karabinowego z reguły nie powoduje wybuchu trotylu,** nawet w wypadku przebicia, jak również nie zapala go. W użyciu i przechowywaniu trotyl jest bezpieczny.

Zdolność detonacji trotylu jest zależna w znacznym stopniu od stanu, w jakim go użyto.

Trotyl w stanie sproszkowanym i prasowanym detonuje od spłonki nr 8 (2 g). **Trotyl lany od spłonki nr 8 (2 g) nie detonuje** i do wywołania detonacji wymaga pośredniego detonatora z trotylu sproszkowanego względnie prasowanego.

Przy pracach minerskich w wodzie trotyl nie traci swoich własności wybuchowych.

Trotyl jest podstawowym kruszącym mat. wyb. stosowanym do **wszelkiego rodzaju amunicji, min itp. i do wyrobu amunicji saperskiej.** Oprócz tego trotyl wchodzi w skład saletro-amonowych mat. wyb. (amonotrotyle, amonity).

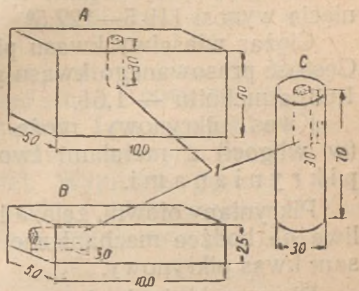
W pracach minerskich trotyl z reguły używa się w postaci prasowanych kostek:

a) **kostka duża;** wymiary 5 × 5 × 10 cm, waga 400 g;

b) **kostka mała;** wymiary 5×2,5×10 cm, waga 200 g;

c) **nabój wiertniczy:** wysokość 7 cm, średnica 3 cm — waga 75 g.

Kostki pokrywa się parafiną a następnie owija w papier i ponownie parafinuje. Posiadają one otwory dla spłonki nr 8.



Rys. 3.
Kostki trotylowe (wymiary w cm): A — duża (400 g); B — mała (200 g); C — nabój wiertniczy (75 g); 1 — otwory dla spłonek i zapalników elektrycznych

Szerokie stosowanie trotylu jako mat. wyb. należy zawdzięczać jego małej wrażliwości na bodźce mechaniczne, dużej zdolności kruszącej, obojętności chemicznej, stosunkowej taniości i obfitości surowca.

Melinit $C_6H_2(NO_2)_3OH$
(kwas pikrynowy, trójnitrofenol)

18. Melinitem nazywamy lany kwas pikrynowy. Kwas pikrynowy jest twardą krystaliczną masą jasnożółtego koloru, o smaku bardzo gorzkim; w zimnej wodzie rozpuszcza się słabo — w gorącej lepiej. Roztwory kwasu pikrynowego silnie barwią skórę i tkaniny pochodzenia zwierzęcego na kolor żółty. Kwas pikrynowy łatwo się rozpyla, przy czym pył ten silnie drażni organa oddechowe.

Nagrzany kwas pikrynowy topi się, a przy ochładzaniu roztopiony melinit tężeje; temperatura krzepnięcia wynosi 119,5—122,5°.

Ciężar właściwy kwasu pikrynowego wynosi 1,81. Gęstość prasowanego kwasu pikrynowego dochodzi do 1,63, a melinitu — 1,61.

Kwas pikrynowy może wiązać się chemicznie (w wilgoci) z metalami tworząc związki nazywane pikrynianami.

Pikryniany ołowiu, żelaza i miedzi są bardziej wrażliwe na bodźce mechaniczne (uderzenie i tarcie) niż sam kwas pikrynowy.

Dla zapobieżenia tworzeniu się pikrynianów opakowanie żelazne lub miedziane cynuje się (pobiela się) lub pokrywa lakierem.

Kwas pikrynowy jest odporny na działanie temperatur; temperatura, przy której kwas pikrynowy wybucha wynosi około 300°. Zapalony na wolnym powietrzu pali się silnie kopcącym płomieniem i intensywniej niż trotyl. Paląc się w małych ilościach nie przedstawia niebezpieczeństwa; w połączeniu z pikrynianami palenie przechodzi w detonację.

Wrażliwość na bodźce mechaniczne (uderzenie i tarcie) kwasu pikrynowego jest mniej więcej półtora raza większa niż trotylu.

Uderzenie karabinowego pocisku (przestrzał) powoduje wybuch kwasu pikrynowego; lanego łatwiej niż prasowanego.

Kwas pikrynowy posiada lepszą niż trotyl skłonność do detonacji. Kwas pikrynowy sproszkowany i prasowany detonuje od spłonki nr 8. **Dla wywołania detonacji lanego kwasu pikrynowego (melinitu) potrzebny jest detonator pośredni** w postaci prasowanego kwasu pikrynowego lub trotylu.

Ujemnymi cechami kwasu pikrynowego, w porównaniu z trotylem, są: duża wrażliwość na bodźce mechaniczne i właściwość tworzenia z metalami pikrynianów.

Kwas pikrynowy stosuje się zarówno w stanie naturalnym jak i w postaci stopu z 20% dwunitronaftaliny, znanego pod nazwą francuskiej mieszanki, do min przeciwczołgowych oraz do wyrobu amunicji saperskiej. Wymiary, gęstość i waga naboi saperskich (w postaci kostek) melinitu i francuskiej mieszanki są równe trotylowym (pkt 17, rys. 3).

Tetryl $C_6H_2(NO_2)_3NCH_3NO_2$
(Tetranitrometyloanilina)

19. Tetryl jest ciałem drobnokrystalicznym bladożółtego koloru bez zapachu, o smaku nieco słonym, prawie nierozpuszczalny w wodzie. Tetryl nie daje związków z metalami. Topi się z równoczesnym rozkładem przy temperaturze 131°, a krzepnie przy 128,5°. Ciężar właściwy tetrylu 1,73. Gęstość tetrylu prasowanego 1,58—1,63.

Tetryl przy nagrzewaniu nie jest tak trwałym związkiem chemicznym jak trotyl i kwas pikrynowy, ale w zwykłej temperaturze, w jakiej się przechowuje, trwałość jego jest zupełnie dostateczna. Przy temperaturze topnienia rozkład jego daje się zauważyć nawet na oko. Wybucha przy temperaturze 190°. Zapalony płomieniem pali się lepiej niż trotyl i kwas pikrynowy.

Tetryl jest bardziej wrażliwy na uderzenia i tarcie i jest bardziej skłonny do detonacji niż kwas pikrynowy i trotyl.

Tetryl stosuje się w charakterze detonatora pośredniego do wszelkiego rodzaju amunicji, do wyrobu

spłonek tetrylowo-rtęciowych (patrz pkt 30), w których skład wchodzi w większej ilości, a w mniejszej rtęć piorunująca, oraz do fabrykacji lontów wybuchowych (patrz pkt 36).

Heksogen $C_3H_6N_3(NO_2)_3$
(cyklotrójnitrotrójmetylentrójamina)

20. Heksogen jest twardą krystaliczną substancją białego koloru bez smaku i zapachu; praktycznie biorąc nierozpuszczalny w wodzie.

Temperatura topnienia heksogenu 201—203°; przy topnieniu rozkłada się.

Ciężar właściwy heksogenu wynosi około 1,8; prasuje się dobrze do gęstości 1,66.

Heksogen jest ciałem trwałym; ługi na niego nie działają, a w stężonym kwasie azotowym rozpuszcza się bez rozkładu; rozkłada go tylko stężony kwas siarczany; z metalami związków nie daje.

Heksogen jest dostatecznie trwałym związkiem chemicznym, odpornym również i na działanie temperatur; co do trwałości przewyższa znacznie tetryl i cokolwiek ustępuje pod tym względem trotylowi; wybucha przy temperaturze 230°.

Zapalony heksogen pali się jasnym płomieniem, przy czym część jego stapia się i pozostaje w postaci żółtawej kory.

Wrażliwość heksogenu na bodźce mechaniczne jak również skłonność do detonacji jest większa niż tetrylu.

Heksogen stosuje się jako wtórny detonator w spłonkach i lontach wybuchowych, a także jako detonator pośredni oraz, w postaci stopu z trotylem, do wyrobu amunicji specjalnej.

Pentryt (teen) $C_5H_3(NO_3)_4$
(pentaerytryttetranitrat)

21. Pentryt (teen) jest drobnokrystalicznym proszkiem białego koloru, w wodzie nierozpuszczalny i trudno rozpuszczalny w spirytusie.

Temperatura topnienia pentrytu 141—142°; przy topnieniu pentryt ulega rozkładowi. Ciężar właściwy pentrytu 1,77; daje się łatwo prasować do gęstości 1,6.

Z metalami pentryt nie daje związków; przy dłuższym traktowaniu go stężonymi ługami zmydla się.

Dobrze oczyszczony pentryt posiada dostateczną chemiczną trwałość nie ustępującą tetrylowi, ale mniejszą niż heksogen. Pentryt niedostatecznie oczyszczony posiada trwałość chemiczną mniejszą i przechowywany może ulec samozapłonowi; wybucha przy temperaturze około 215°.

Wrażliwość pentrytu na bodźce mechaniczne a także skłonności do detonacji są wyższe niż heksogenu.

Pentryt stosuje się jako wtórny detonator w spłonkach, w lontach wybuchowych oraz jako detonator do amunicji specjalnej.

Ksylil $C_6H(NO_2)_3(CH_3)_2$
(trójnitroksylen)

22. Ksylil jest twardą krystaliczną substancją szarego lub żółtawego koloru; nierozpuszczalny w wodzie.

Temperatura topnienia 174—182°.

Ciężar właściwy ksylilu 1,65. Z metalami ksylil bezpośrednich związków nie daje. Nagrzewany zachowuje swoją trwałość; wybucha przy temperaturze 330°.

Na bodźce mechaniczne ksylil jest wrażliwszy niż trotyl.

Skłonność ksylilu do detonacji zależy od stopnia sproszkowania: drobno sproszkowany ma skłonność do detonacji w takim samym stopniu jak kwas pikrynowy; gruboziarnisty zaś — mniejszą niż trotyl.

Ksylil bez domieszek nie ma zastosowania; używa się go natomiast w formie stopu z trotylem.

Stop L zawiera 5% ksylilu i 95% trotylu i krzepnie przy temperaturze 74°. Gęstość stopu 1,54—1,56.

Co do wrażliwości na uderzenia i przestrzał pociskiem karabinowym nie różni się od trotylu. W porównaniu z trotylem powyższy stop posiada lepszą skłonność do detonacji i niezawodnie detonuje od spłonki nr 8.

Prócz stopu z trotylem, ksylil stosuje się w mieszaninie z saletrą amonową. Taka mieszanina nazywa się amonoksylilem (amonal nr 3).

Stopu L używa się jako ładunku do min przeciwczołgowych, do sporządzania specjalnych ładunków i wyrobu amunicji saperskiej w kostkach.

Wymiary, gęstość i waga tych kostek odpowiadają trotylowym (patrz pkt 17, rys. 3).

Amonoksylil stosuje się do fugasów, do min przeciwczołgowych i do robót minerskich.

Dwunitronaftalina $C_{10}H_6(NO_2)_2$

23. Dwunitronaftalina jest twardą substancją w postaci drobnych granulek, w odcieniach od koloru żółtego do brunatnego; praktycznie biorąc w wodzie nierozpuszczalna.

Temperatura topnienia około 150°. Ciężar właściwy około 1,5.

Z metalami nie łączy się. Przy nagrzaniu zachowuje swoją trwałość; na bodźce mechaniczne niewrażliwa.

Właściwości wybuchowe dwunitronaftaliny są słabe i dlatego bez domieszek nie używa się jej, stosuje się natomiast w stopach i mieszaninach z innymi mat. wyb.

Francuska mieszanka składa się z 80% kwasu pikrynowego i 20% dwunitronaftaliny. Posiada właściwości zbliżone do kwasu pikrynowego (patrz pkt 18).

Mieszanina dwunitronaftaliny z saletrą amonową nazywa się dwunaftalinem (szneideryt): posiada 87,5% saletry amonowej i 12,5% dwunitronaftaliny.

Dwunaftalin stosuje się do robót minerskich i sporządzania fugasów.

Amono-saletrowe materiały wybuchowe

24. Amono-saletrowe materiały wybuchowe są to takie mieszaniny wybuchowe, w których zasadniczym składnikiem jest saletra amonowa NH_4NO_3; prócz tego w skład tych mieszanin wchodzą różnego rodzaju materiały palne, najczęściej o właściwościach wybuchowych.

Saletra amonowa NH_4NO_3 jest twardą krystaliczną substancją białego koloru, bardzo hygroskopijna i bardzo łatwo rozpuszczalna w wodzie.

Saletra amonowa w stanie suchym, nagrzana do temperatury 150—170° topi się i równocześnie zaczyna się rozkładać; ślady wilgoci obniżają mocno tę temperaturę.

Saletra amonowa z metalami łączy się trudno, wilgotna — łatwiej dając tlenki metali.

Saletra amonowa jest bardzo słabym mat. wyb. W celu wywołania jej wybuchu potrzebne są specjalne warunki i wystarczająco mocne pobudzenie. Przy rozkładzie saletry amonowej wydziela się tlen i dlatego należy ją mieszać z ciałami łatwo palnymi. Takie mieszaniny posiadają właściwości wybuchowe większe niż sama saletra amonowa.

W charakterze łatwopalnych domieszek wiążących wolny tlen, wydzielający się przy rozkładzie saletry amonowej, stosuje się:

a) materiały wybuchowe, np.: trotyl, ksylil, dwunitronaftalinę;

b) materiały nie wybuchające: organiczne, np. mączka drzewna lub torfowa, trociny, węgiel drzewny, pył węglowy, asfalt itd.; nieorganiczne, np. glin, aluminium, krzemian glinu, żelazokrzem i inne.

W zależności od rodzaju składników, wchodzących w skład amono-saletrowych mat. wyb., te ostatnie dzielą się na:

a) **amonotrotyle** — wybuchowe mieszaniny, w skład których w charakterze palnych dodatków wchodzi trotyl w ilości od 20—60%;

b) **amonale** — mieszaniny wybuchowe, w skład których w charakterze palnych dodatków wchodzą trotyl lub ksylil i sproszkowany glin;

c) **amonity** — mieszaniny wybuchowe, w skład których w charakterze palnych dodatków wchodzą trotyl, ksylil i dwunitronaftalin w ilości do 20%;

d) **dynamony** — mieszaniny wybuchowe, w skład których wchodzą niewybuchowe, palne dodatki.

Rodzaje i skład niektórych amonosaletrowych mat. wyb. podaje tabela nr 1.

Tabela nr 1

L. p.	Nazwa	skład w %						
		Saletra amonowa	Trotyl	Ksylil	Dwunitronaftalina	Torf	Mączka drzewna	Glin
1	Amono-trotyl 50/50	50	50	—	—	—	—	—
2	Amono-trotyl 80/20	80	20	—	—	—	—	—
3	Amonal	82	12	—	—	—	—	6
4	Amono-ksylil	82	—	18	—	—	—	—
5	Amonit 88/12 (2 T, mocny)	88	12	—	—	—	—	—
6	Amonit nr 2K	88	—	12	—	—	—	—
7	Dwunaftalin (szneideryt)	88	—	—	12	—	—	—
8	Dwunaftalin nr 2	91,5	—	—	8,5	—	—	—
9	Dynamon K	90	—	—	—	—	10	—
10	Dynamon T	90	—	—	—	10	—	—

Wszystkie wyżej wyszczególnione mieszaniny pod względem działania miotającego przewyższają trotyl, natomiast w działaniu kruszącym ustępują trotylowi.

Amonosaletrowe mat. wyb. z reguły występują w postaci sproszkowanych mieszanin, których kolor zależy od wchodzących w ich skład palnych dodatków i może być różny.

Właściwości amonosaletrowych mat. wyb. są uzależnione od właściwości ich składowych części. Ogólnymi właściwościami charakterystycznymi dla wszystkich rodzajów amonosaletrowych materiałów wybuchowych są: hygroskopijność, zlegiwanie i spiekanie się.

Pod pojęciem h y g r o s k o p i j n o ś c i rozumie się zdolność wchłaniania wilgoci z otaczającego powietrza. Hygroskopijność jest dużą wadą amonosaletrowych mat. wyb.

Amonosaletrowe mat. wyb., ze zwiększoną zawartością wilgoci powyżej 1,5%, odznaczają się zmniejszoną pobudliwością na działanie spłonki nr 8 i zmniejszonym działaniem kruszącym. Wskutek zmniejszonej pobudliwości zawilgocone mieszaniny amonosaletrowych mat. wyb. mogą dawać niepełny wybuch, a w niektórych wypadkach może nastąpić palenie (deflagracja). Przed użyciem amonosaletrowych mat. wyb. do robót minerskich należy zawilgocony materiał przesuszyć; suszyć należy na wolnym powietrzu gdy jest sucho i ciepło, w cieniu na płachtach brezentowych lub w suchym i ciepłym pomieszczeniu; suszenie na piecach jest zabronione.

Amonosaletrowe mat. wyb. należy chronić przed zawilgoceniem. Materiały te można przenosić, przechowywać i używać tylko w hermetycznym opakowaniu.

Istnieją różne sposoby hermetycznego pakowania ładunków z amonosaletrowych mat. wyb. Dla ochrony tych mat. wyb. należy magazynować je w możliwie suchych i przewietrzonych pomieszczeniach.

Z l e g i w a n i e s i ę amonosaletrowych mat. wyb. polega na tym, że sproszkowany materiał przy przechowywaniu traci swoją sypkość i skawala się, przy czym często rozpada się od lekkiego uderzenia lub tarcia między palcami, a niekiedy z trudem daje się drobić.

Zlegiwanie się, które zachodzi wskutek zmiany kształtu kryształków, nazywamy s p i e k a n i e m.

Zlegiwanie się powstaje wskutek następujących czynników:

a) podsychania wilgotnego amonosaletrowego mat. wyb.; procesowi temu towarzyszy powstawanie nowych kryształków, co ułatwia sczepianie się cząstek;
b) ciśnienia górnych warstw materiału na dolne;
c) zmiany kształtów kryształków przy nagrzewaniu powyżej 32° C i następnym ochłodzeniu (wówczas zmniejsza się objętość i cząsteczki bardziej ciasno przylegają do siebie).

Zleżały amonosaletrowy mat. wyb. wykazuje mniejszą wrażliwość na działanie spłonki i nie całkowicie wybucha, a nawet ulega deflagracji; dlatego taki mat. wyb. należy przed użyciem do prac minerskich rozgnieść i doprowadzić do stanu sproszkowanego.

Każdy rodzaj amonosaletrowych mat. wyb. posiada określoną gęstość, przy której wykazuje najwyższe własności kruszące.

Dla większości amonosaletrowych mat. wyb. gęstość jest ustalona na 0,9 do 1,05. Przy tej gęstości detonują one od spłonki nr 8.

Wrażliwość amonosaletrowych mat. wyb. na uderzenie jest nieco większa niż trotylu, a na tarcie mniejsza. Dodatek glinu, krzemianu glinu i innych metali znacznie zwiększa wrażliwość amonosaletrowych mat. wyb. zarówno na uderzenie jak i na tarcie.

Wrażliwość amonosaletrowych mat. wyb. na ogień jest mała; od iskry nie zapalają się; od ognia zapalają się z trudem; niektóre rodzaje amonosaletrowych mat. wyb., zawierające dużą dawkę składników wybuchowych oraz dynamony z domieszką mączki drzewnej i torfu, zapalają się przy intensywnym działaniu płomienia, a po usunięciu źródła ognia albo gasną, albo palą się wolno nie detonując.

Amonosaletrowe mat. wyb. mają szerokie zastosowanie przy wszelkiego rodzaju pracach minerskich, przy sporządzaniu min przeciwczołgowych i przeciw

piechocie oraz fugasów (w ładunkach w opakowaniu hermetycznym — nie przepuszczającym wilgoci).

Dynamity

25. Dynamitami nazywamy mat. wyb., których głównym składnikiem jest nitrogliceryna.

Nitrogliceryna $C_3H_5(ONO_2)_3$ jest to płyn oleisty, bezbarwny lub z lekko żółtawym zabarwieniem, bez zapachu, o smaku paląco-słodkim. Nitrogliceryna jest trudno rozpuszczalna w wodzie, natomiast łatwo rozpuszcza się w spirytusie, eterze, acetonie, kwasach i sama jest dobrym rozpuszczalnikiem.

Nitrogliceryna jest nadzwyczaj wrażliwa na uderzenia, tarcie i wstrząsy. Z racji wielkiej wrażliwości i niedogodności użycia jako cieczy, nitrogliceryna w stanie czystym jako mat. wyb. nie jest używana. Używa się jej w połączeniu z innymi wybuchowymi substancjami do fabrykacji dynamitów i prochów nitroglicerynowych.

Dynamity dzielą się na żelatynowe lub inaczej plastyczne oraz na sproszkowane — tak zwane gryzutiny (grisoutine).

Tabela nr 2 podaje niektóre gatunki dynamitów i ich skład.

Tabela nr 2

Części składowe w procentach Wyszczególnienie	Nitrogliceryna	Piroksylina (kolodionowa)	Mączka drzewna	Saletra amonowa lub potasowa	Soda lub kreda
93% żelatyna wybuchowa	93	7	—	—	—
63% dynamit żelatynowy	63	3,5	8	25	0,5
29% gryzutina żelatynowa	29	1	—	69,5	0,5
12% gryzutina	11,8	0,2	—	88	—

Siła i wrażliwość dynamitów jest zależna od ilości zawartej w nich nitrogliceryny i wzrasta wraz z procentowym zwiększeniem się jej zawartości. Dynamity plastyczne mają wygląd żelatynowej masy koloru bursztynu, a gryzutiny — proszku szaro-żółtego, oleistego w dotyku.

Dynamity plastyczne nie są hygroskopijne, natomiast gryzutiny są hygroskopijne ze skłonnością do zlegiwania się wskutek zawartej w ich składzie saletry amonowej.

Dynamity są bardzo wrażliwe na działania mechaniczne i detonują od uderzenia, tarcia, trafienia pociskiem oraz w wypadku nagrzania do 180°. Dynamity zapalają się łatwo od ognia i zapalone w małej ilości szybko się spalają bez wybuchu, natomiast paląc się w dużych ilościach (powyżej 5 kg) mogą detonować.

Przy temperaturze począwszy od + 8° C w dół dynamity zamarzają i w tym stanie są bardzo niebezpieczne w użyciu.

Jeszcze bardziej niebezpieczne są dynamity półzamarzłe i na pół odtajałe. Dlatego też przy używaniu dynamitów zamarzniętych, a szczególnie w stanie półzamarzniętym, należy zachować wielką ostrożność; **nie można ich ciąć, łamać, rzucać, wiercić w nich otworów itd.**

W okresie chłodów, przy temperaturze +8° i niższej, dynamity przed użyciem należy odgrzewać.

Odgrzewanie dynamitów należy przeprowadzać w dwóch naczyniach, z których wewnętrzne wypełnia się dynamitem, a zewnętrzne gorącą wodą, doprowadzając jej temperaturę stopniowo do 60° w ciągu 10 godzin, przy czym naczynia te nie mogą być ustawione bezpośrednio na ogniu lub innych źródłach ciepła, jak np. piecu, kaloryferze itp. Wymaganą tem-

peraturę wody osiąga się przez stopniowe dolewanie wody o coraz wyższej temperaturze. Naczynie zewnętrzne należy izolować, aby zapobiec stracie ciepła.

Przy magazynowaniu jak również użyciu dynamitu należy zwracać uwagę, aby na opakowaniu papierowym naboi dynamitowych nie było tłustych plam wydzielającej się nitrogliceryny lub nalotów soli, mogących wydzielać się z niektórych gatunków dynamitów w wypadku ich zawilgocenia. Dynamit z wydzielającą się nitrogliceryną należy zniszczyć, a z nalotem soli — szybko zużyć.

Stary, zepsuty dynamit często przybiera ciemny kolor i staje się miękki i porowaty. Skrzynki będące opakowaniem dynamitu często pokrywają się ciemnobrunatnymi plamami wskutek wydzielania się nitrogliceryny z naboi. Taki dynamit często zawodzi lub spala się zamiast detonować; należy go niszczyć. Próżne skrzynki po dynamicie są niebezpieczne. Nigdy nie należy używać skrzynek tych po raz drugi; po jednorazowym użyciu należy je palić.

Gwarantowany czasokres przechowywania dynamitów wynosi sześć miesięcy.

Dynamity plastyczne są opakowywane w papier pergaminowy lub parafinowy; gryzutiny — w podwójny papier pergaminowy względnie w papier wewnętrzny pergaminowy, a zewnętrzny zwykły. Naboje z gryzutiny parafinuje się. Na każdym naboju znajdują się napisy: znak fabryczny, rodzaj i skład dynamitu oraz data fabrykacji.

Wyrabia się naboje dynamitu o wadze 100, 150 i 200 g. Średnica nabojów 30—32 mm.

Dynamity detonują od spłonki nr 8. Otwór dla spłonki w naboju dynamitowym wytłacza się drewnianą pałeczką; przed tą czynnością nabój powinien być w pełni odtajały.

Gryzutiny przed użyciem a po poprzednim odgrzaniu powinny być rozdrobnione w palcach do stanu sproszkowanego.

Dynamity można używać tylko do prac minerskich.

Chloranowe materiały wybuchowe (chloratyty)

26. Chloratyty są to mieszaniny wybuchowe, złożone z chloranu potasu $KClO_3$ (sól Bertholeta) lub chloranu sodu i palnych wybuchowych lub niewybuchowych domieszek.

Chloratyty stanowią drobnoziarnistą, tłustą w dotyku substancję o kolorze białym lub żółtym. Są one hygroskopijne ze skłonnością do zlegiwania się.

Chloratyty są bardzo wrażliwe na bodźce mechaniczne. Wrażliwość chloratytów na uderzenie jest większa od wrażliwości kwasu pikrynowego, a wrażliwość chloratytów na tarcie jest znacznie większa od wrażliwości kwasu pikrynowego. Chloratyty zapalają się przy zwykłej temperaturze od tarcia między drewnianymi powierzchniami. Od uderzenia pocisku karabinowego chloratyty w większości wypadków detonują.

Wrażliwość chloratytów na płomień jest mała; od iskry i płomienia lontu nie zapalają się; zapalenie wywołać można przez mniej lub więcej długotrwałe działanie płomienia (od zapałki itp.); przenoszenie się ognia postępuje o tyle wolno, że może nastąpić zgaśnięcie. Chloratyty w masie do 500 kg spalają się bez detonacji.

Chloranowe mat. wyb. zapalają się pod działaniem stężonego kwasu siarczanego, a dalszy proces palenia przebiega jak podano powyżej.

W obchodzeniu się i przy pracach z chloranowymi mat. wyb. trzeba zawsze brać pod uwagę ich dużą wrażliwość na tarcie. Należy usuwać wszel-

kie przyczyny mogące spowodować tarcie, a wówczas te mat. wyb. nie przedstawiają większego niebezpieczeństwa w porównaniu z amonosaletrowymi materiałami wybuchowymi.

Chloratyty w porównaniu z mat. wyb. amonosaletrowymi posiadają mniejszą zdolność miotającą, a większą siłę kruszącą.

Niezleżałe chloratyty detonują od spłonki nr 8. Najodpowiedniejsza gęstość naboi z chloratytów wynosi od 1 do 1,2.

Przy stosowaniu chloratytów zawsze należy pamiętać o ich własności słabego przenoszenia detonacji i małej wrażliwości na działanie spłonki. Dlatego też należy unikać stosowania ładunków wydłużonych lub stosować dodatkowe detonatory z kostek trotylowych lub innych kruszących mat. wyb.

Chloranowe mat. wyb. mają zastosowanie przy sporządzaniu fugasów i do prac minerskich.

C) Materiały wybuchowe miotające (prochy)

Proch dymny

27. Proch dymny (czarny) stanowi mieszaninę mechaniczną: saletry KNO_3 — 75%, węgla C - 15%, siarki S - 10% i należy do grupy miotających mat. wyb. Kruszące własności prochu dymnego są bardzo nieznaczne.

Proch dymny bywa drobnoziarnisty i gruboziarnisty. Drobny proch posiada ziarna twarde, błyszczące, koloru siwego, bez domieszki pyłu. Wielkość ziarna: drobnoziarnistego 1 mm, gruboziarnistego 5—10 mm.

Proch dymny wybucha od ognia, iskry, uderzenia piorunu i gwałtownego nagrzewania do 280°. Zapalony na wolnym powietrzu, nawet w niewielkich ilościach,

wybucha. **Uderzenie pocisku karabinowego** w większości wypadków **powoduje wybuch** prochu dymnego.

Proch dymny jest hygroskopijny. Pod wpływem wilgoci wydziela siarkę i namoknięty staje się niezdatny do użytku.

Wilgotny a następnie wysuszony proch z białym nalotem wykrystalizowanej saletry daje słaby wybuch; z tego powodu prochy dymne trzeba przechowywać w suchych i dobrze wietrzonych magazynach.

W obchodzeniu się i przy pracach z prochem dymnym należy strzec go od ognia, iskry, tarcia i wilgoci, przechowywać i trzymać zdala od innych mat. wyb. Przy pracach minerskich pod wodą i w ziemi należy umieszczać proch w wodoszczelnych opakowaniach.

Proch dymny jest jednym z niewielu mat. wyb. wybuchających od iskry i dlatego zapalenie ładunków prochowych można spowodować iskrą lontu prochowego (Bickforda). Jeżeli proch dymny, znajdujący się w zamkniętej przestrzeni (w szczelnym opakowaniu lub komorze minowej dobrze uszczelnionej), zapalimy (pobudzimy do wybuchu) spłonką, jego działanie niszczące zwiększa się.

Działanie prochu dobrze uszczelnionego można jeszcze spotęgować stosując detonator pośredni z trotylu lub innych kruszących mat. wyb. lub przepuszczając przez cały ładunek prochu lont wybuchowy.

Proch dymny stosuje się do fabrykacji lontu prochowego oraz jako ładunek miotający do min fugasowych i w ograniczonych wypadkach przy pracach minerskich (np. łamanie skał).

ROZDZIAŁ II

SPOSOBY ZAPALANIA I ŚRODKI ZAPALAJĄCE

28. Do wywołania detonacji ładunków mat. wyb. używa się następujących sposobów:

a) ogniowy, bez użycia lontu wybuchowego lub z użyciem lontu wybuchowego;
b) elektryczny, bez użycia lub z użyciem lontu wybuchowego;
c) przez przeniesienie detonacji;
d) mechaniczny, bez lontu prochowego lub wybuchowego albo z ich użyciem.

Sposoby wywołania detonacji pojedynczego ładunku:

a) ogniowy, bez lontu wybuchowego;
b) elektryczny;
c) mechaniczny.

Sposoby wywołania detonacji kilku ładunków w jednym ogniu:

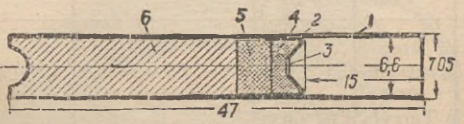
a) ogniowy, przy użyciu lontu wybuchowego;
b) elektryczny, bez użycia lontu wybuchowego lub z użyciem lontu wybuchowego;
c) przez przeniesienie detonacji;
d) mechaniczny, przy użyciu lontu wybuchowego.

A) Zapalanie (wywoływanie detonacji) sposobem ogniowym

29. Środkami zapalania ogniowego są:

a) spłonka nr 8 (spłonka detonująca nr 8);
b) lont prochowy (Bickforda);
c) knot tlący (konopny);
d) zwykłe zapałki lub zapałki minerskie;
e) zapalniki tarciowe lub zapalniki iglicowe.

30. **Spłonki** używa się do wywołania wybuchu ładunku mat. wyb.



Rys. 4. Spłonka nr 8 TAT:

1 — tulejka aluminiowa; 2 — miseczka metalowa; 3 — otwór w miseczce; 4 — TNRS; 5 — azydek ołowiu; 6 — tetryl

Spłonka jest to metalowa tulejka, wewnątrz której, w warstwie dotykającej dna, jest wprasowany tetryl, w górnej zaś warstwie umieszczone są detonatory (azydek ołowiu z TNRS lub rtęć piorunująca). Ładunek ten przykryty jest z góry metalową miseczką z otworem w środku zakrytym jedwabną siateczką.

Rozróżniamy następujące rodzaje spłonek nr 8: azydkowotetrylowe (nr 8 TAT) w tulejce aluminiowej (rys. 4) i rtęciowotetrylowe (nr 8 GRT) w łusce miedzianej.

Poniższa tabela nr 3. podaje opis spłonek nr 8.

Tabela nr 3

Nazwa spłonki	Wyszczególnienie składników	Waga mat. wyb. w g	Średnica w mm		Długość spłonki w mm	Odległość między otwartym końcem spłonki a powierzchnią miseczki w mm
			zewnętrzna	wewnętrzna		
nr 8 TAT (tulejka aluminiowa)	TNRS Azydek ołowiu Tetryl	0,1 ±0,02 0,2 ±0,02 1,02±0,07	6,8—7,05	6,3—6,5	45,5—48,5	15—21
nr 8 GRT (tulejka miedziana)	Rtęć piorunująca Tetryl	0,5 ±0,02 1,02±0,02	6,8—7,05	6,3—6,5	49±2	15—21

Spłonki wymagają zachowania ostrożności w użyciu, gdyż od uderzenia, tarcia, zgniecenia lub zadrapania masy detonującej, nagrzania, płomienia lub iskry — detonują.

Spłonki trzeba zabezpieczać przed wilgocią, która powoduje ich niezdatność. Dlatego też spłonek, które mają plamy tlenków na tulejce, nie należy używać.

Spłonki są pakowane w tekturowe lub metalowe pudełka po 100 sztuk.

Spłonek nie należy nigdy przechowywać bez opakowania w torbach narzędziowych, chlebakach lub kieszeniach ubrania.

Należy je wyjmować z pudełek bezpośrednio przed użyciem.

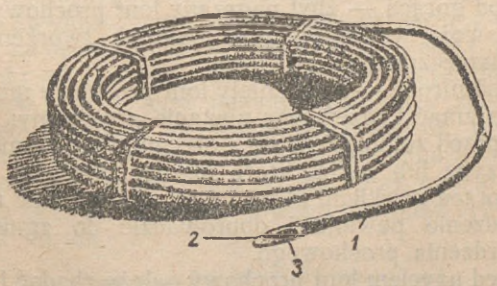
Spłonki należy magazynować w miejscach suchych, oddzielnie od innych materiałów wybuchowych.

Spłonki nie nadają się do użytku, jeżeli:

a) posiadają pęknięcia i zgniecenia uniemożliwiające wprowadzenie lontu;

b) ścianki wewnętrzne spłonki pokryte są pyłem masy detonującej.

31. Lont prochowy (czasowy — Bickforda, rys. 5) składa się ze słabo sprasowanego rdzenia z prochu dymnego (ścieżki prochowej) z jedną główną (kierunkową) nicią w środku i szeregu wewnętrznych i zewnętrznych nici oplatających, pokrytych masą wodoszczelną.



Rys. 5. Lont prochowy (czasowy — Bickforda) (krążek 10 m): 1 — smołowana powłoka; 2 — rdzeń prochowy (ścieżka prochowa); 3 — główna nić środkowa

Lontu prochowego używa się do spowodowania detonacji:

a) spłonek;

b) ładunków prochu dymnego.

Lont prochowy produkowany jest w czterech rodzajach: 1) lont gutaperkowy, 2) podwójnie smołowany — przeznaczony do prac podwodnych i prac w miejscach wilgotnych, 3) lont smołowany pojedynczo — przeznaczony do

prac w miejscach wilgotnych oraz 4) lont biały — używany w miejscach suchych.

Średnica lontu wynosi około 5,5 mm. Lont w odcinkach długości po 10 m zwija się w krążki o różnej średnicy. Lont prochowy pali się **z szybkością 1 cm/sek.**, tak na wolnym powietrzu jak i pod wodą.

Lont prochowy należy przechowywać w suchych miejscach i zabezpieczać:

a) od wilgoci — przez zaizolowanie końców (woskiem, smołą, taśmą izolacyjną), ponieważ jego rdzeń (proch dymny) wilgotnieje i staje się niezdatny do użytku;
b) od gorąca — zbyt nagrzany lont prochowy traci swoją wodoszczelność wskutek tworzenia się napęcznień na powłoce;
c) od mrozu — zmarznięty lont prochowy może się złamać i rdzeń jego zostanie przerwany;
d) przed zetknięciem się z olejami, tłuszczami, benzyną lub naftą, które niszczą powłokę;
e) przed uciskiem, który może spowodować uszkodzenie powłoki i doprowadzić do zgniecenia rdzenia prochowego.

Przed użyciem lont prochowy należy zbadać i jeżeli stwierdzi się uszkodzenie zewnętrznej powłoki, złamania, ślady zawilgocenia, strzępienie się i inne uszkodzenia, to takiego lontu do robót minerskich używać nie należy.

Sprawność lontu prochowego mierzy się szybkością palenia odcinka długości 60 cm, sprawdzając czas palenia za pomocą sekundomierza lub zwykłego zegarka. Czas palenia całego odcinka winien wynosić 60—75 sekund.

32. Tlący knot (sznur pieńkowy — bawełniany — saletrzany) jest to splot bawełnianych względnie lnianych nici, splecionych w sznur o średnicy 6—8 mm i przesycony saletrą w celu podtrzymywania żarzenia

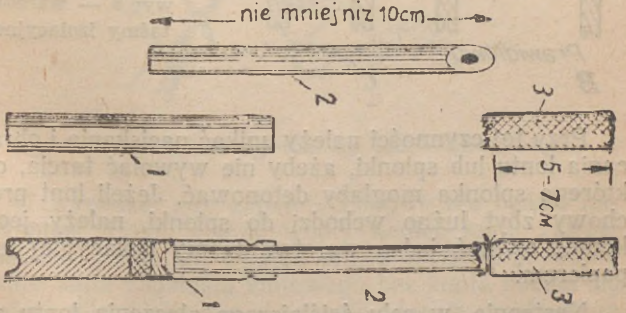
się; knot taki tli się z szybkością 1 cm w ciągu 1—2 minut.

Knota używa się do zapalania lontu prochowego. Używając tlącego knota należy zwrócić szczególną uwagę na dobre połączenie z lontem prochowym, gdyż złe połączenie zawodzi.

Knot tlący należy zabezpieczać przed wilgocią.

33. Przy ogniowym sposobie zapalania wybuch wywołuje się **zapalnikiem lontowym** (rys. 6), składającym się ze spłonki, lontu prochowego, a w pewnych wypadkach z dodatkiem knota tlącego.

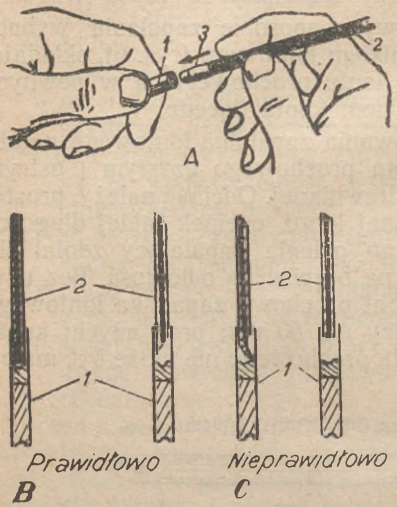
W celu przygotowania zapalnika lontowego należy odciąć kawałek lontu prochowego czystym i ostrym nożem na deseczce drewnianej. Odcinać należy, prostopadle do osi podłużnej lontu, odcinek takiej długości, ażeby w czasie jego palenia zapalający zdołał się schronić lub odejść na bezpieczną odległość. Bez użycia knota tlącego lont prochowy zapalnika lontowego nie może być krótszy niż 50 cm; przy użyciu knota tlącego odcinek lontu prochowego nie może być mniejszy niż 10 cm.



Rys. 6. Zapalnik lontowy:

1 — spłonka; 2 — lont prochowy; 3 — knot tlący

Przed użyciem spłonki należy usunąć z niej wszelkie zanieczyszczenia, stukając lekko palcem w otwarty koniec spłonki lub przedmuchując ją. Ucięty prostopadle do osi koniec lontu prochowego, po wyrównaniu, należy ostrożnie wprowadzić do tulejki spłonki aż do oporu o miseczkę (rys. 7).



Rys. 7. Wprowadzenie lontu prochowego do spłonki:

A — wprowadzenie lontu; B — prawidłowo obcięty i wprowadzony lont; C — nieprawidłowo obcięty i wprowadzony lont; 1 — spłonka; 2 — lont prochowy; 3 — warstwa taśmy izolacyjnej

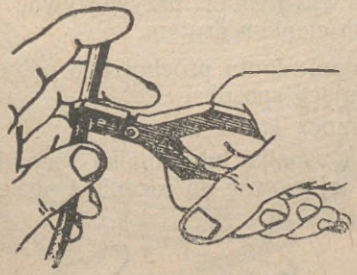
Przy tej czynności należy unikać naciskania i obracania lontu lub spłonki, ażeby nie wywołać tarcia, od którego spłonka mogłaby detonować. Jeżeli lont prochowy zbyt luźno wchodzi do spłonki, należy jego koniec owinąć jedną warstwą taśmy izolacyjnej lub papierem.

Następnie, w celu ściślejszego złączenia lontu ze spłonką, tę ostatnią obciska się obciskaczem (patrz rysunek 8).

W tym celu bierze się lont w lewą rękę i przytrzymując spłonkę palcem wskazującym, prawą ręką obciska się obciskaczem tak, by boczna powierzchnia jego znalazła się na równi z krawędzią tulejki spłonki. Obciska się spłonkę (rys. 8) stopniowo zwiększając nacisk obciskacza, jednocześnie obracając go bez przerwy. W ten sposób uzyskuje się na końcu tulejki spłonki zwężony pierścieniowaty rowek i ścisłe połączenie spłonki z lontem prochowym.

Obciskać spłonkę należy wyłącznie obciskaczem. Zabrania się obciskania zębami.

Gdy nie ma obciskacza, należy koniec lontu wprowadzany do spłonki owinąć taśmą izolacyjną lub w razie jej braku papierem, tak ażeby spłonka dobrze trzymała się na loncie.



Rys. 8. Obciskanie spłonki na loncie prochowym

W wypadku gdy zapalnik lontowy nie będzie natychmiast użyty, należy wolny koniec lontu zalepić woskiem, pastą lub owinąć taśmą izolacyjną; wolny koniec lontu zapalnika lontowego bez knota obcina się skośnie (dla większego obnażenia rdzenia prochowego i ułatwienia tym samym zapalenia) przed samym zapaleniem.

W wypadku użycia lontu w odcinku krótszym niż 50 cm, a także kiedy brak w pobliżu odpowiedniego ukrycia, do ukośnie ściętego końca lontu należy przymocować kawałek tlącego knota nie krótszy niż 3 cm. Knot przywiązuje się do lontu nitką, obowiązkowo poniżej skośnego ścięcia, gdyż w wypadku przeciwnym knot może zawieść.

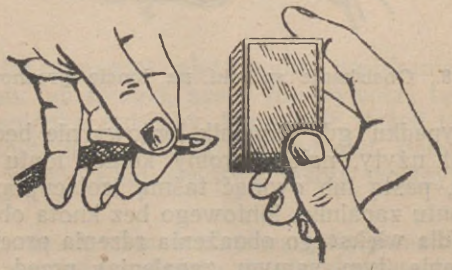
Z zapalnikiem lontowym należy obchodzić się równie ostrożnie jak ze spłonką.

34. Zapalnik lontowy wstawiamy do ładunku mat. wyb., kiedy ładunek ten jest już przytwierdzony do obiektu wysadzanego, przy czym spłonkę należy wkładać w otwór spłonkowy kostki amunicyjnej uważając zawsze, by denko spłonki dotykało dna otworu spłonkowego. Spłonkę w otworze należy utwierdzać klinikiem drewnianym i przywiązywać do ładunku sznurkiem lub cienkim drutem.

35. Zapalanie lontu prochowego odbywać się może w następujący sposób:

a) za pomocą knota tlącego;

b) zwykłą zapałką lub zapałką specjalną, przykładając jej główkę do rdzenia i pocierając pudełkiem (rys. 9);

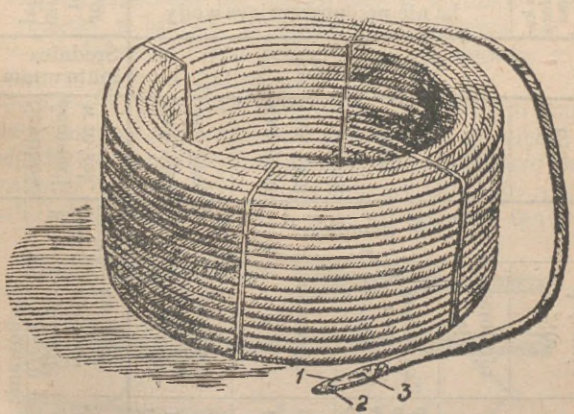


Rys. 9. Zapalanie lontu prochowego zapałką

c) innym kawałkiem palącego się lontu prochowego;
d) zapalnikiem iglicowym lub tarciowym.

Zapalanie za pomocą lontu wybuchowego

36. Lont wybuchowy (rys. 10) składa się z prasowanego rdzenia z kruszącego mat. wyb. z jedną nitką kierunkową i szeregu wewnętrznych i zewnętrznych nici oplatających, pokrytych masą wodoszczelną. Lont wybuchowy jest dodatkowo opleciony kolorową nicią w celu odróżnienia go od lontu prochowego.



Rys. 10. Lont wybuchowy (zwój 50 m):
1 — rdzeń z mat. wyb.; 2 — oplot; 3 — nitka kierunkowa

Lont wybuchowy przeznaczony jest do **przeprowadzania jednoczesnego (w jednym ogniu) wybuchu kilku ładunków,** np. przy wysadzaniu **mostów, murów, ziemi itp.**

W zależności od mat. wyb. użytych na rdzeń, rozróżniamy następujące rodzaje lontów, uwidocznione w tabeli nr 4.

Tabela nr 4

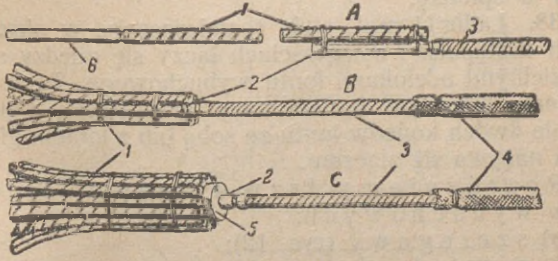
L. p.	Nazwa lontu	Rdzeń lontu wybuchowego (ścieżka)	Materiał powłoki lontu i kolor	Średnica lontu w mm	Szybkość detonacji w m/sek.	Zachowanie się lontu			Przy cięciu nożem
						Przy uderzeniu	Przy trafieniu pociskiem	Przy zapalaniu płomieniem i trafieniu iskrą	
1	DSz-31	Rtęć piorunująca	Bawełniano-papierowe nitki czerwonego koloru i powłoka nie przepuszczająca wody	Od 5,5 do 6,0	Od 5000 do 5300	Nie detonuje	Może zapalić się lub zdetonować	Nie detonuje, lecz pali się; palenie może przejść w detonację	Nie zapala się i nie wybucha
2	DSz-34	Rtęć piorunująca i tetryl			Od 5000 do 5300		Nie detonuje	Pali się z szybkością 1 cm w 20 sek. z możliwością zagaśnięcia; paląc się czasami wybucha	
3	DSz-36	Heksogen			7600		Nie pali się i nie detonuje	Od płomienia pali się, lecz w chwili oddalenia się źródła ognia — gaśnie	
4	DSz-39	Heksogen i tetryl			6500		Nie detonuje	Pali się, lecz szybko gaśnie	
5	DSz-43	Pentryt (Teen)	Powłoka koloru białego z dwiema czerwonymi nitkami		6500		Nie detonuje	Pali się, lecz szybko gaśnie	

Lonty wybuchowe magazynuje się w suchych pomieszczeniach, oddzielnie od spłonek i zapalników elektrycznych, w odcinkach długości 50 m, zwiniętych w zwoje z zalepionymi woskiem końcami. Wilgotno-ciepłe magazyny sprzyjają pleśnieniu.

Lontów z uszkodzoną powłoką nie należy magazynować; uszkodzone odcinki lontów należy wycinać i niszczyć.

37. Lont wybuchowy detonuje od zapalnika lontowego, ładunku mat. wyb. lub zapalnika elektrycznego. Koniec lontu wybuchowego wprowadzony w ładunek powinien być uzbrojony w spłonkę. Łączenie spłonki z lontem wybuchowym odbywa się tak samo jak łączenie lontu prochowego ze spłonką w zapalniku lontowym (patrz pkt 33).

Jednym zapalnikiem lontowym lub jednym zapalnikiem elektrycznym można zdetonować nie więcej niż 6 odgałęzień lontu wybuchowego; przy większej ilości odgałęzień lontu należy je przymocowywać do naboju (kostki) mat. wyb. (rys. 11), a nabój (kostkę) ten deto-



Rys. 11. Detonowanie lontu wybuchowego:
A — detonowanie jednego odgałęzienia lontu; B — detonowanie dwu do sześciu odgałęzień lontu; C — detonowanie więcej niż sześciu odgałęzień lontu; 1 — odgałęzienie lontu wybuchowego; 2 — spłonka zapalnika lontowego; 3 — lont prochowy zapalnika lontowego; 4 — tlący knot zapalnika lontowego; 5 — nabój wiertniczy; 6 — spłonka wprowadzona do ładunku

nować zapalnikiem lontowym lub zapalnikiem elektrycznym.

Koniec odgałęzienia lontu lub kilka ich należy ściśle przywiązywać taśmą izolacyjną lub szpagatem do spłonki zapalnika lontowego wzdłuż całej jej długości, do zapalnika elektrycznego lub naboju mat. wyb.

W wilgoci oraz przy pracach pod wodą końce lontu wybuchowego należy dobrze izolować taśmą izolacyjną lub pastą wodoszczelną. Lonty wybuchowe można detonować pod wodą pod warunkiem, że nie będą przetrzymywane tam dłużej niż 10 godzin.

Przed cięciem lontu wybuchowego należy rozwinąć cały zwój. Lont wybuchowy należy ciąć **wolno czystym, ostrym i nieposzczerbionym nożem** na drewnianej podkładce. Po każdym cięciu należy skrupulatnie zebrać resztki lontu z podkładki i noża.

Zabrania się ciąć lont wybuchowy powtórnie w jednym i tym samym miejscu, lub stale na tym samym miejscu drewnianej podkładki.

Nie wolno ciąć lontu wybuchowego, gdy jest uzbrojony w spłonkę.

38. Ładunki mat. wyb. rozmieszczone w określonych odstępach i odległościach łączy się między sobą oddzielnymi odcinkami lontu wybuchowego. Takie połączenie ładunków lontem nazywamy siecią, a połączenie dwóch końców lontu ze sobą lub z lontem głównym nazywa się złączem.

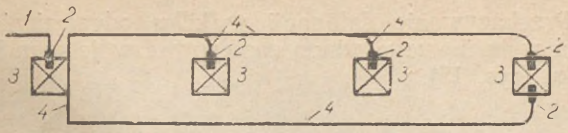
Rozróżniamy trzy układy sieci lontów wybuchowych:

a) szeregowy (rys. 12);

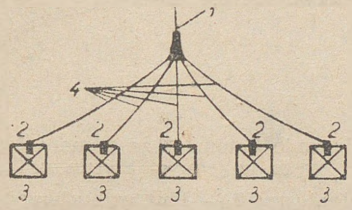
b) równoległy (rys. 13);

c) mieszany (rys. 14).

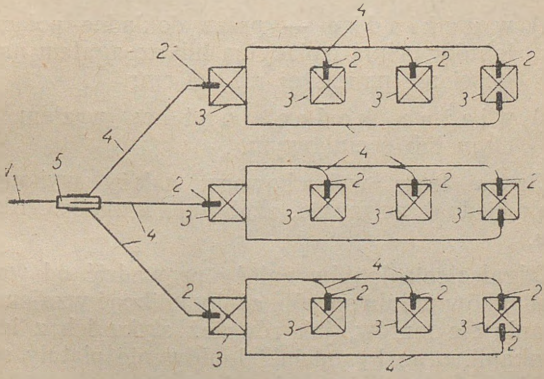
Przy sieci równoległej i mieszanej, w celu zwiększenia pewności detonacji, stosuje się obwód zamknięty, to znaczy, że skrajne ładunki również łączymy ze sobą lontem wybuchowym.



Rys. 12. Sieć szeregowa z lontu wybuchowego — schemat: 1 — zapalnik lontowy; 2 — spłonki; 3 — ładunki; 4 — lont wybuchowy

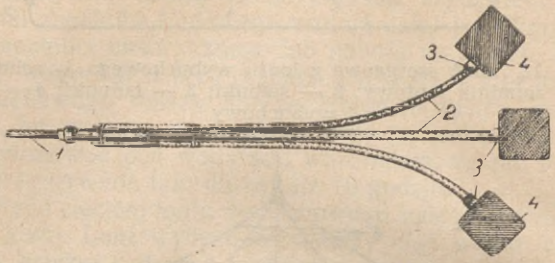


Rys. 13. Sieć równoległa z lontu wybuchowego — schemat: 1 — zapalnik lontowy; 2 — spłonki; 3 — ładunki; 4 — lont wybuchowy



Rys. 14. Sieć mieszana z lontu wybuchowego — schemat: 1 — zapalnik lontowy; 2 — spłonki; 3 — ładunki; 4 — lont wybuchowy; 5 — nabój mat. wyb.

Przekazywanie detonacji w kilku odgałęzieniach lontu wybuchowego winno następować w jednym kierunku (rys. 15).



Rys. 15. Przekazanie detonacji za pomocą lontu wybuchowego w jednym kierunku:

1 — zapalnik lontowy; 2 — lont wybuchowy; 3 — spłonki; 4 — ładunki

39. Lonty wybuchowe łączy się (rys. 16) ze sobą:

a) w n a k ł a d k ę — przez dokładne połączenie lontów taśmą izolacyjną lub szpagatem na długości nie mniejszej niż 10 cm;

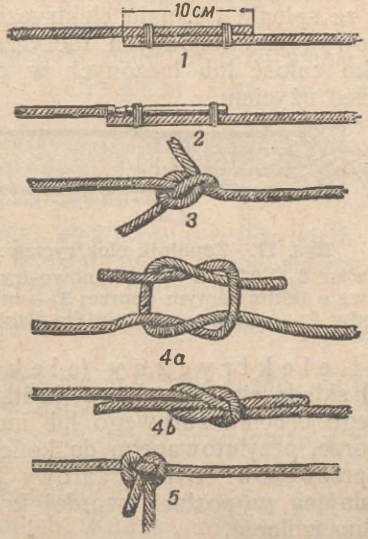
b) w i ą ż ą c k o ń c e l o n t ó w węzłem prostym lub ósemkowym.

Złącza lontu wybuchowego należy wykonywać mocno, jednak ostrożnie, ażeby nie uszkodzić rdzenia lontu.

Odgałęzienia lontów należy prowadzić od węzłów do ładunków w taki sposób, ażeby uniknąć wzajemnego stykania się lontów, jak również styku ich z innymi ładunkami, oraz by odcinki lontów nie plątały się ze sobą i nie były silnie naciągnięte.

Przy detonowaniu amonitów można użyć samego lontu wybuchowego bez spłonki. W tym wypadku do

ładunku amonitu wprowadza się lont wybuchowy złożony w kilka warstw związanych ze sobą w paru miejscach.



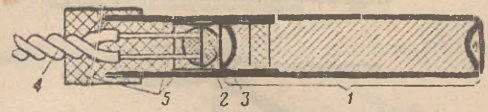
Rys. 16. Sposoby łączenia lontu wybuchowego:
1 — połączenie w nakładkę; 2 — połączenie w nakładkę ze spłonką; 3 — połączenie węzłem prostym; 4a, b — połączenie węzłem ósemkowym; 5 — połączenie pod kątem prostym

B) Zapalanie elektryczne

40. Zapalanie przy użyciu elektryczności stosuje się w celu uzyskania jednoczesnej detonacji kilku ładunków lub spowodowania jednoczesnej detonacji ładunków w ściśle określonym czasie.

Do sprzętu elektrominerskiego należą: a) zapalniki elektryczne; b) przewody i materiały dodatkowe do budowy sieci elektrycznej; c) źródła energii elektrycznej (zapalarka lub inne źródła); d) elektrotechniczne przyrządy do sprawdzania i pomiarów.

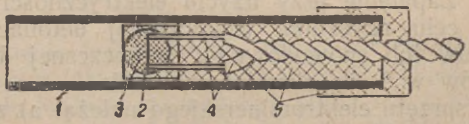
41. Zapalnik elektryczny (rys. 17) składa się ze spłonki i zapału elektrycznego (elektrozapał żarowy), zmontowanych fabrycznie w jednej tulejce jako całość lub łączonych w całość bezpośrednio przed użyciem.



Rys. 17. Zapalnik elektryczny:
1 — spłonka nr 8 (TAT); 2 — platynowo-irydowy lub inny drucik żarowy o takim samym oporze; 3 — masa zapalająca; 4 — przewody; 5 — masa uszczelniająca (izolacja żywiczna)

Zapał elektryczny (elektrozapał żarowy) składa się z cienkiego, krótkiego platynowo-irydowego drucika żarowego lub innego o takim samym oporze, przylutowanego do końca dwóch izolowanych przewodów. Drucik żarowy jest otoczony masą zapalającą w postaci twardej kropli pokrytej wodoszczelną izolacją.

Zapał elektryczny jest wprowadzony w tulejkę spłonki i zamocowany w niej masą izolacyjną, lub w metalową tulejkę (rys. 18) posiadającą z jednej strony otwór przeznaczony dla spłonki, którą wkłada się na miejscu pracy (elektrozapał żarowy).



Rys. 18. Zapał elektryczny (elektrozapał żarowy):
1 — miedziana tulejka; 2 — drucik żarowy platynowo-irydowy lub inny o takim samym oporze; 3 — masa zapalająca; 4 — przewody; 5 — masa izolacyjna

42. Właściwości zapalników elektrycznych. Zapalniki elektryczne bywają dwóch rodzajów:

a) z drucikiem żarowym platynowo-irydowym o średnicy 24—26 mikronów (zapalniki elektryczne normalnej czułości);

b) z drucikiem żarowym z innego metalu o takim samym oporze o średnicy 50 mikronów (zapalniki elektryczne o zmniejszonej czułości — konstantanowe, stosowane w przemyśle cywilnym).

Zapalniki elektryczne z drucikiem platynowo-irydowym i konstantanowe mogą się nie różnić wyglądem zewnętrznym (patrz pkt 45).

Cechami charakterystycznymi zapalników elektrycznych są:

a) **minimalne natężenie prądu** — I min., gwarantujące detonację pojedynczych zapalników elektrycznych przy przepływaniu prądu w ciągu 100 milisekund;

b) **minimalny i maksymalny impuls zapalenia** — K min. i K max., równy iloczynowi kwadratu natężenia prądu I^2 razy czas t (w milisekundach), przy którym następuje zapalenie masy zapalającej o największej czułości (przy K min), i najmniejszej czułości (przy K max.):

$$K = I^2 . t \text{ (amper}^2 . \text{milisekunda)};$$

c) **minimalny czas przekazania** — Θ min. (w sekundach) mierzony od początku zapalenia się masy zapalającej do momentu detonacji spłonki.

Krańcowe wartości tych cech podane są w tabeli nr 5.

Każda partia zapalników elektrycznych (nowej produkcji) posiada dokument (paszport), w którym są podane te wartości.

Tabela nr 5

Rodzaj zapalnika elektrycznego	Minimalne natężenie prądu I min. w amp.	Impuls zapalenia w amper² milisekundach		Minimalny czas przekazania Θ w milisekundach
		minimalny K min	maksymalny K max	
Z platynowo-irydowym drucikiem żarowym o średnicy 24—26 μ	0,4	1*	4*	6
Z drucikiem żarowym konstantanowym o średnicy 50 μ	1	15**	40**	6

*) Przy natężeniu prądu nie mniej niż 0,75 amp.
**) Przy natężeniu prądu nie mniej niż 2 amp.

43. W celu zdetonowania pojedynczych lub równolegle połączonych zapalników elektrycznych, przy dłuższym przebiegu prądu, obliczeniowe natężenie prądu dla każdego zapalnika elektrycznego przyjmuje się 1,25 razy większe od minimalnego zapalającego natężenia prądu.

$$I_{oblicz.} = 1{,}25\ I_{min.}$$

W celu zdetonowania kilku grup szeregowo połączonych zapalników elektrycznych, obliczeniowe natężenie prądu dla każdej grupy określa się ze wzoru:

$$I_{oblicz.} = 1{,}25 \sqrt{\frac{K_{max} - K_{min}}{\Theta_{min}}}$$

W praktyce, dla zabezpieczenia pewności detonacji zapalników elektrycznych, obliczeniowe natężenie prądu przyjmuje się z tabeli nr 6.

Tabela nr 6

Rodzaj zapalnika elektrycznego / Rodzaj i natężenie prądu (w amperach) / Schemat sieci	Z drucikiem platynowo-irydowym o średnicy 24—26 mikronów		Z drucikiem konstantanowym o średnicy 50 mikronów
	stały	zmienny	
Zapalnik elektryczny pojedynczy . . .	od 0,5 do 5	od 1 do 5	od 1,25 do 10
Połączenie szeregowe	od 1 do 5	od 1,5 do 5	od 2 do 10
Połączenie równoległe dla każdego zapalnika elektrycznego	od 0,5 do 5	od 1 do 5	od 1,25 do 10
Połączenie mieszane dla każdej grupy szeregowo połączonych zapalników elektrycznych	od 1 do 5	od 1,5 do 5	od 2,5 do 10

Przykład obliczenia (według wzorów). Grupa zapalników posiada następujące wartości: minimalne zapalające natężenie prądu I min = 0.4 amp.:

minimalny impuls zapalający K min = 1,0 amper.^{2} milisekunda;

maksymalny impuls zapalający K max = 4,0 amper.^{2} milisekunda;

minimalny czas przekazania Θ = 6 milisekund;

maksymalne dopuszczalne natężenie prądu I max = 10 amp.

Określimy obliczeniowe natężenie prądu dla wypadków:

a) detonacja pojedynczych zapalników elektrycznych: I oblicz. = 1,25 I min = 1,25 . 0,4 = 0,5 amp.;

b) detonacja grupy szeregowo połączonych zapalników elektrycznych:

$$\text{I oblicz.} = 1{,}25 \sqrt{\frac{\text{K max} - \text{K min}}{\Theta \text{ min}}} = 1{,}25 \sqrt{\frac{4-1}{6}} = 0{,}89 \text{ amp.}$$

Przy źródłach prądu dających 1—1,5 amp. można stosować jedynie zapalniki elektryczne z drucikiem

platynowo-irydowym, łączone szeregowo. Detonowanie grup zapalników elektrycznych z drucikiem konstantanowym zapalarkami PM-2 i PM-627 jest wzbronione; należy w tym wypadku używać zapalarki PM-1, przy czym ilość zapalników elektrycznych nie może przekraczać liczby 25, przy ogólnym zewnętrznym oporze sieci nie przewyższającym 75 omów.

44. Do obliczeń za właściwy opór zapalnika elektrycznego przyjmuje się opór zapalnika elektrycznego zmierzony omometrem i zwiększony 1,5 razy; dla zapalników elektrycznych z drucikiem platynowo-irydowym opór ten winien wynosić 1 do 1,5 oma.

Opór zapalników elektrycznych mierzy się omometrem dużym (patrz pkt 77), a sprawdzenie zapalników elektrycznych na przewodnictwo przeprowadza się przed włączeniem zapalnika elektrycznego do sieci, zarówno omometrem małym (patrz pkt 78) jak i dużym.

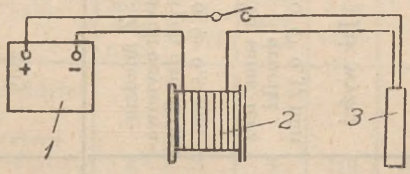
Przy sprawdzaniu zapalników elektrycznych, w celu uniknięcia wypadku (gdyż w razie detonacji zapalnika odłamki jego lecą na odległość do 30 m), należy zapalnik elektryczny umieszczać za tarczą z desek, arkuszem blachy, ziemnym wałem lub zakopywać w ziemię (w piasek) na głębokość 5—10 cm, względnie umieszczać go w bezpiecznej odległości.

45. Rozpoznawanie zapalników elektrycznych platynowo-irydowych i konstantanowych w warunkach polowych. W celu określenia rodzaju zapalnika elektrycznego (jeżeli nie jest to zaznaczone w odnośnej metryce) należy sprawdzany zapalnik elektryczny poddać działaniu prądu o natężeniu 0,4 ampera. Pod wpływem tego natężenia zapalnik elektryczny platynowo-irydowy powinien zdetonować, konstantanowy natomiast nie zdetonuje.

W tym celu badany zapalnik elektryczny łączy się szeregowo z oporem około 7 omów (w postaci prze-

wodu minerskiego o przekroju 0,75 mm², długości około 280 m lub o przekroju 1,5 mm², długości około 500 m) i z dobrą baterią KBS-0,35 według schematu podanego na rys. 19; (baterię przed próbą sprawdza się za pomocą żarówki 3,5 woltowej; dobra bateria wywołuje jaskrawe żarzenie drucika żarówki).

Próbie należy poddać 3—5 zapalników elektrycznych z każdej kontrolowanej partii.



Rys. 19. Schemat połączeń przy rozpoznawaniu zapalników elektrycznych platynowo-irydowych i konstantanowych przy użyciu minimalnego zapalającego natężenia prądu:

1 — bateria KBS — 0,35; 2 — lżejszy przewód minerski (saperski) o przekroju 0,75 mm², długości 280 m i oporze około 7 omów; 3 — zapalnik elektryczny

Przewody

46. Zasadniczym przewodem używanym do prac minerskich jest przewód minerski z żyłą miedzianą, w pochewce izolacyjnej.

Używa się trzy rodzaje przewodów minerskich:

a) normalny o przekroju żyły 1,5 mm²;
b) lżejszy o przekroju żyły 0,75 mm²;
c) dwużyłny o przekroju żyły 2×0,75 mm².

Charakterystykę przewodów minerskich podaje tabela nr 7.

Tabela nr 7

Rodzaj przewodu	Przekrój żyły w mm^2	Konstrukcja żyły	Konstrukcja izolacji	Średnica zewnętrzna w mm	Opór 1 km żyły w omach	Waga 1 km przewodu w kg	Wytrzymałość przewodu na rozerwanie w kg
Normalny	1,5	Z miedzianych ocynowanych drucików o ϕ 0,5 mm	3 słoje gumowe, obwój, oplot	6,5	14	56	80
Lżejszy	0,75	Ta sama, lecz druciki o ϕ 0,37 mm	2 słoje gumowe, oplot	4,2	25	30	40
Dwużyłowy	$2 \times 0{,}75$	Jak wyżej	Ta sama jak lżejszego	$4{,}2 \times 7{,}7$	25 (jednej żyły)	60	60

Na żelaznym bębnie mieści się 400 m przewodu minerskiego, na drewnianym — 1000 m.

47. Oprócz przewodów minerskich (saperskich), w wypadku ich braku, można używać innych izolowanych przewodów elektrycznych różnych marek, kabli telefonicznnych itd.

Charakterystykę polowych kabli telefonicznych podaje tabela nr 8.

Tabela nr 8

Nazwa i znak kabla	Liczba drucików w żyle		Zewnętrzna średnica w mm	Opór elektryczny 1 km w omach	Waga 1 km w kg	Uwagi
	miedzianych	stalowych				
Polowy kabel telefoniczny — jednoprzewodowy PTF-7	2	5	3	110	13,2	Skręcony z dwóch przewodów — PTF-7
Polowy kabel telefoniczny — dwuprzewodowy PTF-7×2 . . .	2	5	6	110	27,0	
Polowy kabel telefoniczno-telegraficzny PTF-8 . . .	1	7	3,5	80	15	

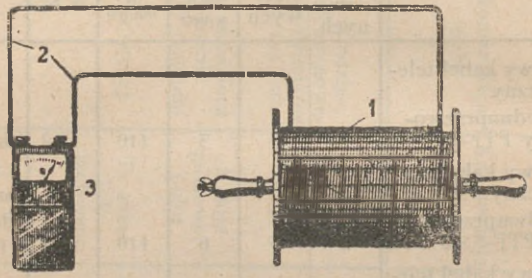
Przy użyciu jakichkolwiek innych przewodów należy zmierzyć opór ich żyły, a przy pracach w miejscach wilgotnych, pod wodą oraz przy zakładaniu w ziemię na dłuższy czas, należy zbadać opór izolacji.

48. Przed użyciem przewodu należy sprawdzić całość żyły i stan izolacji. Próbę należy przeprowadzić dużym lub małym omometrem.

W celu sprawdzenia całości żyły należy końce przewodów dołączyć do omometra (rys. 20), i jeżeli wskazanie strzałki omometra jest zgodne z obliczeniowym oporem żyły przewodu danej długości, żyła jest dobra. W wypadku przeciwnym przerwę lub

uszkodzenie żyły ustala się przez oględziny zewnętrzne oraz przez stopniowe dołączanie za pomocą igły do rozwijanego przewodu omometra (miejsce przekłucia igłą pokrywa się klejem gutaperkowym). W ten sposób postępuje się do chwili ujawnienia przerwy w żyle, po czym należy wyciąć uszkodzony odcinek przewodu, a zdrowe końce połączyć ze sobą i sprawdzić przewodnictwo całego przewodu.

Jeżeli w rozwiniętej części przewodu istnieje kilka przerw, należy je usunąć przy dalszym sprawdzaniu.



Rys. 20. Sprawdzanie całości żyły przewodu:
1 — przewód na bębnie; 2 — końce przewodu; 3 — omometr

49. Próbę sprawności izolacji (rys. 21) przeprowadza się w naczyniu ze słoną wodą (1—2 szklanki soli kuchennej na wiadro wody), do którego zanurza się płytkę metalową dobrze oczyszczoną, o powierzchni nie mniejszej niż 1500 cm², i zwój sprawdzanego przewodu. Jeden koniec przewodu wyprowadza się z naczynia i izoluje, a drugi koniec i płytkę metalową dołącza się do zacisków omometru.

Izolacja jest dobra, jeżeli strzałka omometru będzie wykazywała opór izolacji przewodu nie mniejszy niż 3000 omów. Jeżeli po 20—30 minutach zanurzenia zwoju w roztworze omometr wykaże opór mniejszy niż 3000 omów — izolacja jest zła.

W celu odszukania uszkodzenia należy wolno wyjmować koniec przewodu i wycierać szmatką do sucha; odchylenie strzałki wykazujące zwiększenie oporu będzie wskazówką, że część przewodu z uszkodzoną izolacją została wyjęta z wody.

Ujawnione miejsca uszkodzeń izolacji izoluje się taśmą izolacyjną.

50. Przy pracach minerskich przewód nie może być silnie naciągany, przekręcany, przecierany itp.

Po zakończeniu prac przewód należy oczyścić z brudu, przemyć i przesuszyć, a jeżeli okaże się to konieczne, oplot przewodu należy natrzeć woskiem ziemnym (ozokierytem).

Okresowo, w celu konserwacji przewodu minerskiego, należy nasycać go ozokierytem stosując w tym celu specjalne naczynie (patrz dodatek 2, pkt 8).

Nadmiar ozokierytu ściąga się specjalnym ściągaczem (patrz dodatek 2, pkt 9), szmatką lub kawałkiem gumy z otworu dla przepuszczania przewodu. Nasycony przewód wyciera się jeszcze raz suchą szmatką.

Rys. 21. Sprawdzenie stanu izolacji przewodu:

1 — badany przewód; 2 — końce badanego przewodu; 3 — naczynie z rozczynem soli; 4 — płytka metalowa; 5 — omometr; 6 — przewód łączący

51. Przewód minerski przechowuje się w zwojach lub na bębnach w chłodnych pomieszczeniach o stałej temperaturze; przewodu minerskiego nie należy trzymać na słońcu.

Do bębnów i zwojów powinny być przywiązane

tabliczki podające długość przewodu, opór jego izolacji i liczbę złącz.

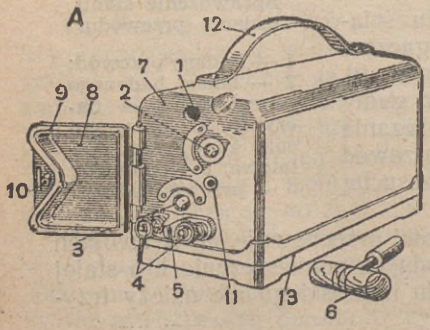
Do pracy przewód przewija się na bęben saperski. Wewnętrzny koniec przewodu wysuwa się na zewnątrz na długość 1 m.

W celu udogodnienia układania przewodów głównych sieci (magistrali) z jednożyłowych przewodów, wygodniej jest mieć nawinięte na jeden bęben dwa przewody związane ze sobą co 1—2 m.

Źródła energii elektrycznej (prądu)

52. Jako źródło prądu przy zapalaniu elektrycznym używane są specjalne zapalarki elektryczne, suche i mokre ogniwa, baterie ogniw oraz mogą być wykorzystane akumulatory, ruchome i stałe elektrownie lub sieć elektryczna oświetleniowa.

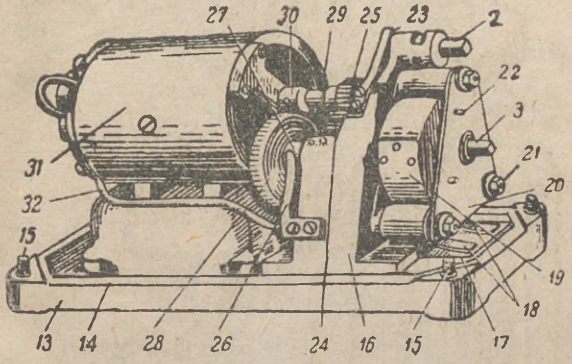
Niezależnie od zastosowanego źródła prądu, w każdym poszczególnym wypadku należy przeprowadzić obliczenie sieci elektrycznej, a przy zastosowaniu ogniw i baterii należy obliczać niezbędną ich ilość w sposób podany w pkt. 82 i 84.



Rys. 22. Widok zewnętrzny zapalarki elektrycznej wzoru PM-1 z otwartymi drzwiczkami:

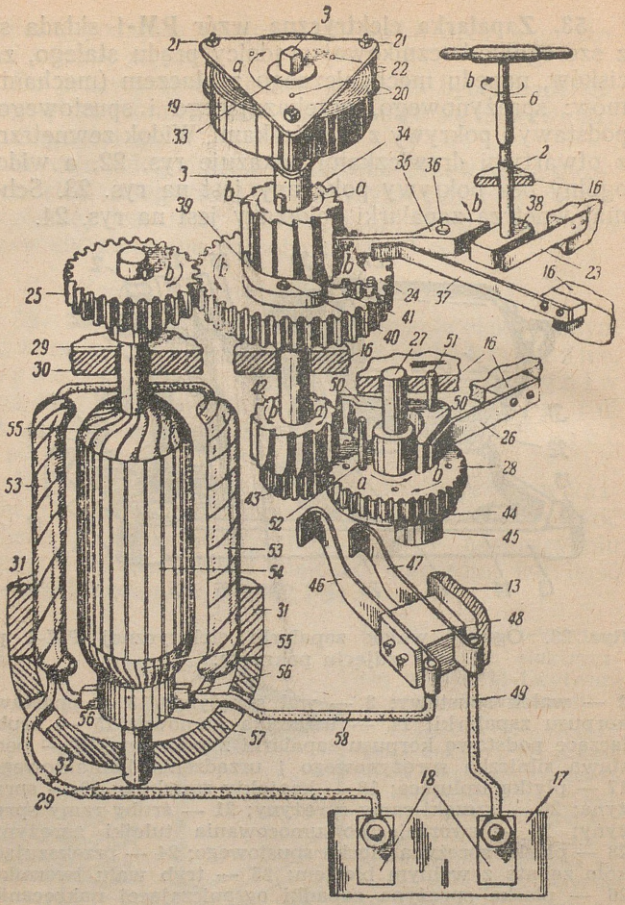
1 — gniazdko do przechowywania klucza; 2 — gniazdko wałka spustowego; 3 — gniazdko wału sprężyny; 4 — zaciski; 5 — płytka izolująca; 6 — klucz; 7 — pokrywa; 8 — drzwiczki; 9 — uszczelka gumowa; 10 — gwint zamykający drzwiczki; 11 — gniazdko gwintu zamykającego drzwiczki; 12 — uchwyt skórzany; 13 — podstawa korpusu zapalarki

53. Zapalarka elektryczna wzór PM-1 składa się z szeregowo-bocznikowej prądnicy prądu stałego, zacisków, napędu mechanicznego z kluczem (mechanizmów: sprężynowego, przekazującego i spustowego), podstawy i pokrywy z drzwiczkami. Widok zewnętrzny z otwartymi drzwiczkami pokazuje rys. 22, a widok ogólny bez pokrywy pokazany jest na rys. 23. Schemat wnętrza zapalarki pokazany jest na rys. 24.



Rys. 23. Ogólny widok zapalarki elektrycznej PM-1 po zdjęciu pokrywy:

2 — wałek spustowy; 3 — wał sprężyny; 13 — podstawa korpusu zapalarki; 14 — uszczelka gumowa; 15 — śruby łączące podstawę korpusu zapalarki z pokrywą; 16 — podstawa silniczka sprężynowego i urządzenia kontaktowego; 17 — płytka izolująca; 18 — kontakty zacisków; 19 — sprężyna; 20 — szczęki ramy sprężyny; 21 — śruby ramy sprężyny; 22 — sworznie do umocowania tulejki sprężyny; 23 — płaska sprężyna klocka spustowego; 24 — przekazujące koło zębate z wolnym biegiem; 25 — tryb wału twornika; 26 — płaska sprężyna zapadki ograniczającej nakręcanie; 27 — oś kontaktowego koła zębatego; 28 — zębate koło kontaktowe; 29 — wał twornika; 30 — łożysko wału twornika; 31 — korpus statora; 32 — przewód prowadzący od szczoteczki kolektora do zacisku kontaktowego



Rys. 24. Schemat wnętrza zapalarki PM-1:
33 — tulejka ramy sprężyny; 34 — zębate koło zapadkowe wału sprężyny; 35 — dźwignia spustowa; 36 — oś dźwigni

Prądnica składa się ze statora i twornika. Stator jest to metalowy korpus, wewnątrz którego są umieszczone dwa elektromagnesy z szeregowym i bocznikowym uzwojeniem oraz szczoteczki węglowe umocowane w specjalnych uchwytach szczotkowych. Wewnątrz statora znajduje się tornik obracający się na swojej osi za pomocą koła zębatego, połączonego z przekazującym kołem zębatym mechanizmu przekazującego. Na osi twornika znajduje się kolektor, do którego wycinków przymocowane są końce uzwojenia twornika.

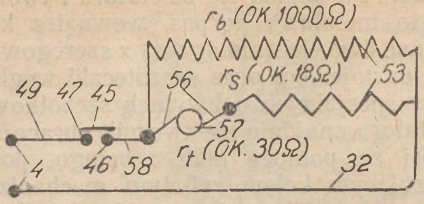
Prąd z kolektora (rys. 25) przechodzi na szczoteczki, z których, po przejściu przez szeregowe uzwojenie elektromagnesów, biegnie po przewodach do zewnętrznych zacisków zapalarki, przechodząc przez urządzenie kontaktowe i częściowo odgałęziając się na uzwojenie bocznikowe.

Przy pierwszych obrotach twornika pole magnetyczne między biegunami elektromagnesów jest bardzo słabe i dlatego napięcie wytwarzane w tworniku, w ślad za tym i natężenie prądu, jest bardzo małe.

Ażeby ten prąd nie płynął na zewnętrzną sieć, jeden z przewodów idących do zacisków zapalarki jest wyłączony z urządzenia kontaktowego.

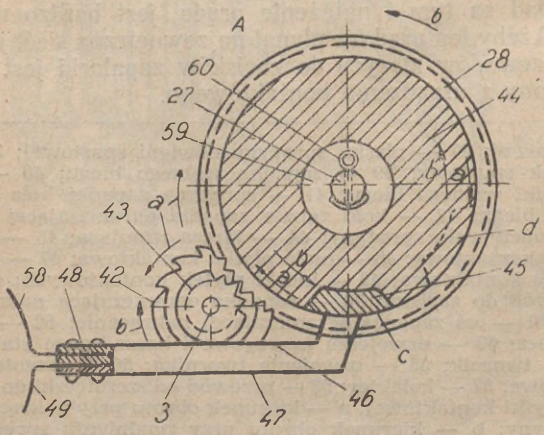
---

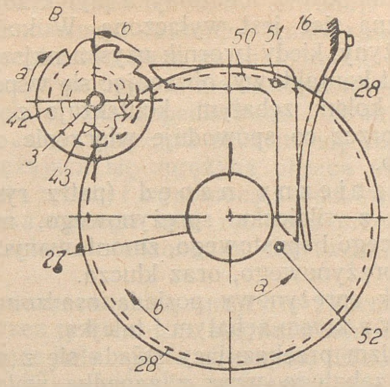
spustowej; 37 — płaska sprężyna dźwigni spustowej; 38 — klocek spustowy; 39 — zapadka wolnego biegu; 40 — oś zapadki wolnego biegu; 41 — sprężyna zapadki koła wolnego biegu; 42 — koło zębate zapadki ograniczającej tryb na końcu wału sprężyny; 44 — tarcza izolująca; 45 — segment kontaktowy; 46 — mała płytka kontaktowa; 47 — duża płytka kontaktowa; 48 — klocki płytek kontaktowych; 49 — przewód do zacisku; 50 — zapadka ograniczająca nakręcanie; 51 — oś zapadki ograniczającej nakręcanie; 52 — popychacz; 53 — uzwojenia (szeregowe i bocznikowe) statora; 54 — tornik; 55 — uzwojenie twornika; 56 — szczoteczki węglowe; 57 — kolektor; 58 — przewód od szczoteczki do małej płytki kontaktowej; a — kierunek obrotu przy nakręcaniu sprężyny; b — kierunek obrotu przy zwalnianiu sprężyny



Rys. 25. Schemat połączeń elektrycznych zapalarki PM-1: 4 — zaciski; 32, 49 — przewody do zacisków; 45 — segment kontaktowy; 46 — mała płytka kontaktowa; 47 — duża płytka kontaktowa; 53 — szeregowe i bocznikowe uzwojenia elektromagnetyczne statora; 56 — szczoteczki; 57 — kolektor; 58 — przewód od szczoteczki do małej płytki kontaktowej; **rb** — opór uzwojenia bocznikowego; **rs** — opór uzwojenia szeregowego; **rt** — opór twornika

Urządzenie kontaktowe (rys. 26) służy do automatycznego włączania sieci zewnętrznej i składa się z kontaktowego koła zębatego wraz z izolującą





Rys. 26. Schemat budowy urządzenia kontaktowego i zapadki ograniczającej nakręcanie sprężyny w zapalarce PM-1: A — urządzenie kontaktowe (widok od strony prądnicy); B — zapadka ograniczająca nakręcanie sprężyny (widok od strony sprężyny); 3 — oś sprężyny; 16 — stojak silniczka sprężynowego i urządzenia kontaktowego; 26 — płaska sprężyna zapadki ograniczającej nakręcanie sprężyny; 27 — oś kontaktowego koła zębatego; 28 — zębate koło kontaktowe; 42 — koło zębate zapadki ograniczającej; 43 — koło zębate na końcu osi sprężyny; 44 — tarcza izolująca; 45 — segment kontaktowy; 46 — mała płytka kontaktowa; 47 — duża płytka kontaktowa; 48 — klocek płytek kontaktowych; 49 — przewód do zacisków; 50 — zapadka ograniczająca nakręcanie; 51 — oś zapadki ograniczającej nakręcanie; 52 — popychacz (położenie przy nakręconej sprężynie); 58 — przewód do szczoteczki węglowej; 59 — tarcza przyciskająca tarczę izolującą; 60 — przetyczka; a) kierunek obrotu przy nakręcaniu sprężyny; b) to samo przy rozprężaniu sprężyny; c) położenie segmentu kontaktowego przy rozprężonej sprężynie; d) położenie segmentu przy nakręconej sprężynie

tarczą ebonitową, do której jest przymocowany mosiężny segment kontaktowy, i dwóch płytek kontaktowych połączonych jedna ze szczoteczką prądnicy, a druga z zewnętrznym zaciskiem.

Przy nakręconej sprężynie i przy jej rozprężaniu

segment kontaktowy nie zamyka płytek kontaktowych i zewnętrzna sieć jest wyłączona. W końcu rozkręcania sprężyny, kiedy twornik uzyska najszybsze obroty, segment kontaktowy obracając się wspólnie z kontaktowym kołem zębatym kontaktuje z obydwiema płytkami, przez co spowoduje włączenie obwodu zewnętrznego.

Mechaniczny napęd (patrz rys. 23 i 24) składa się z silniczka sprężynowego, mechanizmu przekazującego i spustowego, zmontowanych na ramie silniczka sprężynowego, oraz klucza.

Silniczek sprężynowy posiada osadzoną w ramie oś sprężyny z kołem zębatym i tulejką.

Mechanizm przekazujący składa się z przekazującego koła zębatego wraz z zapadką wolnego biegu i jej sprężyną, połączonego z kołem zębatym osadzonym na osi tworníka i koła zębatego osadzonego na końcu osi sprężyny, połączonego z kontaktowym kołem zębatym urządzenia kontaktowego.

Mechanizm spustowy posiada wałek spustowy z osadzonym na nim klockiem spustowym, dźwignię spustową i dwie płaskie sprężyny.

Sprężyna umieszczona jest w ramie złożonej z dwóch trójkątnych płytek połączonych trzema śrubami; końce śrub przy nakładaniu ramy na oś sprężyny wchodzą w gniazda podstawy silniczka sprężynowego.

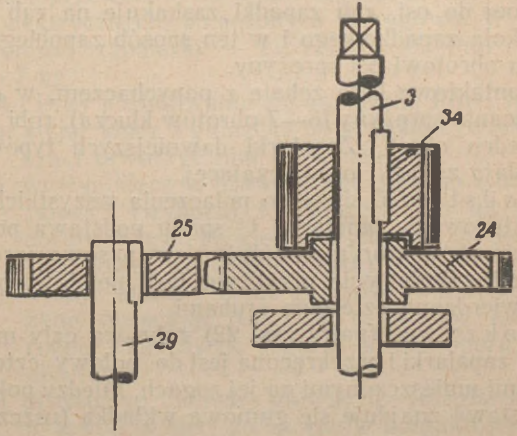
Na osi sprężyny znajduje się nacięcie zapobiegające rozprężeniu sprężyny. Na koniec osi sprężyny jest nasadzona tulejka utwierdzona trzema sworzniami do płytki ramy. Następnie na oś nasadzony jest natłuszczony wojłokowy krążek i kawałek gumowej rurki, który opiera się od wewnętrznej strony ścianki pokrywy w gnieździe osi sprężyny.

W nakręconym położeniu sprężyna utrzymuje się za pomocą zębatego koła zapadkowego i dźwigni spu-

stowej. Rozprężenie sprężyny powoduje się obrotem klucza nasadzonego na koniec wałka spustowego; ten ostatni naciska klockiem na małe ramię dźwigni spustowej; przy tym duże ramię dźwigni wysuwa się z pomiędzy zębów koła zapadkowego i zwalnia je, w następstwie czego sprężyna zaczyna się rozkręcać.

Rozprężająca się sprężyna obraca oś i osadzone na niej koła zębate i za pomocą zapadki wolnego biegu oraz przekazującego koła zębatego przekazuje obrót na koło zębate osadzone na osi twornika i obraca twornik.

Przy rozkręcaniu się sprężyny twornik obraca się jeszcze przez pewien czas siłą bezwładności, ponieważ przekazujące koło zębate obraca się luźno na osi sprężyny (rys. 27), a zapadka wolnego biegu ślizga się po zębach koła zapadkowego osi sprężyny.



Rys. 27. Przekrój mechanizmu przekazującego (zapadka wolnego biegu nie pokazana):
3 — oś sprężyny; 24 — przekazujące koło zębate z wolnym biegiem; 25 — koło zębate osi twornika; 29 — oś twornika; 34 — zębate koło zapadkowe osi sprężyny

W zapalarkach wyprodukowanych do 1942 r. włącznie ma zastosowanie zapadka ograniczająca (rys. 26 B), która zezwala nakręcać sprężynę tylko do pewnych granic, co chroni ją przed zerwaniem w razie nadmiernego nakręcania. Zapadka ograniczająca składa się z koła zębatego nasadzonego na koniec osi sprężyny, samej zapadki ograniczającej i popychacza, umocowanego na powierzchni zębatego koła kontaktowego po przeciwległej stronie tarczy izolującej. Przy nakręcaniu sprężyny ząb zapadki nie wchodzi między zęby zębatego koła zapadkowego i to ostatnie obraca się razem z osią sprężyny. Ramię z zębem jest odchylone od zębatego koła zapadkowego na skutek działania sprężyny zapadki ograniczającej, przyciskającej drugie ramię do osi kontaktowego koła zębatego. Przy końcu nakręcania popychacz odpycha ramię zapadki ograniczającej do osi, ząb zapadki zaskakuje na ząb zębatego koła zapadkowego i w ten sposób zapobiega dalszemu obrotowi osi sprężyny.

Kontaktowe koło zębate z popychaczem, w czasie nakręcania sprężyny (6—7 obrotów klucza), robi mniej niż jeden obrót. Zapalarki dawniejszych typów nie posiadają zapadki ograniczającej.

P o d s t a w a służy do połączenia wszystkich części składowych zapalarki. U spodu podstawa posiada wgłębienie, w którym znajduje się zapasowa sprężyna w ramie. Wgłębienie przykryte jest metalową płytką przytwierdzoną czterema śrubami.

P o k r y w a (patrz rys. 22) zakrywa cały mechanizm zapalarki i przykręcona jest do połowy czterema śrubami umieszczonymi na jej rogach. Między pokrywą i podstawą znajduje się gumowa wkładka (uszczelka).

Na wystającej części pokrywy, pod drzwiczkami, znajdują się: dwa zaciski umocowane na płytce izolującej, do których dołącza się koniec głównych przewodów; gniazdo dla końca osi sprężyny, do którego

wkłada się klucz w celu nakręcania sprężyny; gniazdo dla końca wałka spustowego, do którego wkłada się klucz celem spuszczenia sprężyny przy zapalaniu.

Od zacisków są wyprowadzone, na zewnętrzną powierzchnię wystającej części pokrywy, izolowane od pokrywy kontakty, które przy zamkniętej pokrywie dotykają do kontaktów zacisków znajdujących się na podstawie zapalarki. Drzwiczki zamykają się szczelnie tym samym kluczem, którym się nakręca sprężynę. Klucz przechowuje się w gnieździe pokrywy nad drzwiczkami.

Na pokrywie znajduje się skórzany uchwyt służący do przenoszenia zapalarki.

Charakterystyka zapalarki PM-1: zapalarka osiąga napięcie 290 woltów i przy oporze zewnętrznym 290 omów daje prąd o natężeniu 1 ampera, tj. przy ogólnej długości przewodów do 2 km zapala do 100 zapalników elektrycznych, połączonych szeregowo. Wymiary zewnętrzne zapalarki — 215×125×100 mm. Waga około 7 kg.

54. Przy posługiwaniu się zapalarką PM-1 należy:

a) wyjąć klucz z gniazdka do przechowywania klucza i otworzyć nim drzwiczki;

b) włożyć klucz w prawe górne gniazdo z napisem „взрыв" (wybuch) i przekręcić go na ćwierć obrotu w lewo (w kierunku odwrotnym do ruchu wskazówek zegara) do oporu;

c) włożyć klucz w dolne gniazdko i nakręcić sprężynę obracając klucz w prawo (w kierunku ruchu wskazówek zegara) aż do oporu (6—7 obrotów);

d) przyłączyć końce głównych (magistralnych) przewodów sieci do zacisków kontaktowych zapalarki, bacząc by odizolowane (oczyszczone) końce przewodów nie dotykały do siebie i do korpusu zapalarki;

e) celem zapalenia włożyć klucz w górne gniazdko z napisem „взрыв“ (wybuch) i przekręcić go w prawo (w kierunku ruchu wskazówek zegara) na ćwierć obrotu; po detonacji ładunków wyjąć klucz z gniazdka i wyłączyć końce głównych (magistralnych) przewodów sieci;
f) zamknąć i zakręcić drzwiczki, klucz włożyć w gniazdko w celu przechowania.

55. W c e l u s p r a w d z e n i a z a p a l a r k i należy nakręcić i spuścić sprężynę. Jeżeli rozkręcanie sprężyny następuje raptownie, część mechaniczna zapalarki jest w porządku. Jeżeli zaś rozkręcanie następuje wolno, co może być spowodowane zgęstnieniem smaru, sprężynę należy nakręcić i spuścić kilkakrotnie, ażeby smar się rozgrzał.

Sprawność elektrycznych części zapalarki sprawdza się:

a) galwanoskopem (patrz pkt 78);
b) przez spowodowanie detonacji dwóch równolegle połączonych zapalników elektrycznych z wprowadzeniem dodatkowego oporu do 290 omów;
c) zwykłą żarówką elektryczną 220 woltową o mocy 40—60 watów — dobra zapalarka powinna wywołać błysk białego żaru we włączonej w sieć żarówce.

Zapalarki nie wolno rozkładać nawet w wypadku złego funkcjonowania. Taką zapalarkę należy odesłać do remontu. Pokrywę można zdejmować jedynie w celu czyszczenia, smarowania i wymiany źle działającej sprężyny.

56. W y m i a n ę s p r ę ż y n y w z a p a l a r c e PM-1 przeprowadza się w następujący sposób: należy wyjąć zapasową sprężynę; wykręcić śruby przytwierdzające pokrywę do podstawy i zdjąć pokrywę; zdjąć tulejkę, a następnie ramę z uszkodzoną sprężyną zdjąć

z osi; ustawić kontaktowe koło zębate tak, ażeby kontaktowy segment zwierał kontaktowe płytki, a następnie wstawić ramę z nową sprężyną. Jeśli śruby ramy sprężyny nie wchodzą w swoje gniazdka na podstawie silniczka sprężynowego, obracając powoli oś sprężyny, ustawia się ramę ze sprężyną na miejsce. Przy obracaniu należy uważać, ażeby segment kontaktowy nie rozłączył kontaktowych płytek.

Obracanie osi sprężyny jest możliwe tylko przy odciągniętej dźwigni spustowej i zdjętej z osi sprężynie. Po ustawieniu nowej ramy ze sprężyną nakłada się i mocuje tulejkę, następnie wkładkę, po czym nakłada się pokrywę, początkowo na prądnicę a następnie na silniczek sprężynowy, i przykręca się pokrywę do podstawy.

Nie wolno wyjmować sprężyny w stanie napiętym.

Po zamianie sprężyny zapalarkę należy zbadać pod względem sprawności działania mechanicznego i elektrycznego.

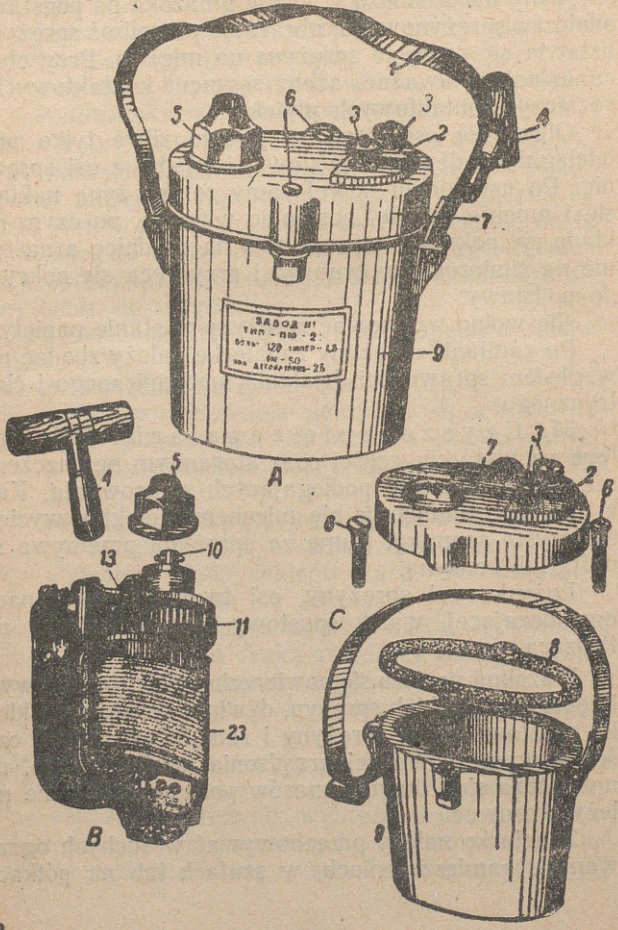
57. Czyszczenie zapalarki PM-1 polega na wytarciu części oraz starannym oczyszczeniu szczotką części nie podlegających smarowaniu. Kurz z prądnicy zdmuchuje się miechem, kolektor wyciera się czystą szmatką. Ramę ze sprężyną przemywa się naftą lub benzyną.

Łożyska osi sprężyny, osi twornika, oś zapadki ograniczającej, wałek spustowy, zamek i śruby natłuszcza się.

Wazeliną naciera się powierzchnie kół zapadkowych i zębatych, płaskich sprężyn, dźwigni spustowej i klocka spustowego, oś sprężyny i ramę. Pozostałych części, a w szczególności urządzenia kontaktowego, nie natłuszcza się. Innych smarów poza wazeliną nie należy stosować.

Zapalarkę należy przechowywać w suchych ogrzewanych pomieszczeniach, w szafach lub na półkach.

Sprężyna powinna być rozprężona. Magazynowanie i przechowywanie zapalarki w stanie zanieczyszczonym i nieprzetartym jest wzbronione.



Rys. 28.

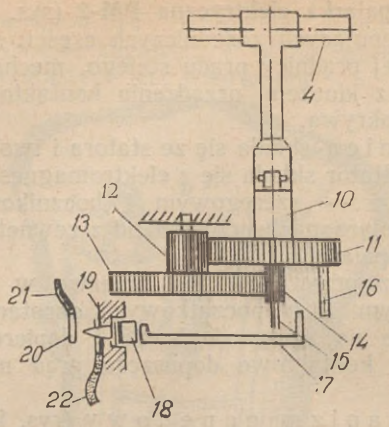
58. **Zapalarka elektryczna PM-2** (rys. 28) składa się z następujących zasadniczych części: szeregowo-bocznikowej prądnicy prądu stałego, mechanizmu napędowego z kluczem, urządzenia kontaktowego oraz puszki z pokrywą.

Prądnica składa się ze statora i twornika z kolektorem. Stator składa się z elektromagnesu z dwoma uzwojeniami — szeregowym i bocznikowym oraz szczotek połączonych przewodami z zewnętrznymi zaciskami zapalarki.

Jeden z przewodów ma przerwę w urządzeniu kontaktowym. Przy początkowych obrotach zapalarka pracuje na samowzbudzenie i dopiero w końcu urządzenie kontaktowe dopuszcza prąd na sieć zewnętrzną.

Mechanizm napędowy (rys. 29) z urządzeniem kontaktowym składa się z osi, której dolna część jest połączona na stałe z zębatym sektorem posiadającym palec kontaktowy. Górny koniec osi wchodzi w gniazdo dla klucza. Obrót zębatego sektora zostaje przekazany przez duże i bezpośrednie koło zębate na małe koło zębate umieszczone na osi twornika i tym samym na twornik. Automatyczne włączenie sieci zewnętrznej osiąga się przez to, że palec kontaktowy, obracając się wspólnie z zębatym sektorem, naciska na kolankową płytkę-popychacz. Popychacz naciska na zwieracz, który przylega do płytki kontaktowej i zamyka obwód.

Rys. 28. Widok ogólny i szczegóły zapalarki elektrycznej PM-2:
A — widok ogólny; B — prądnica i mechanizm napędowy; C — puszka z pokrywą; 1 — rzemień do noszenia; 2 — płytka izolująca; 3 — zaciski kontaktowe; 4 — klucz do zapalarki; 5 — nakrętka z otworem dla klucza; 6 — śruby łączące pokrywę z puszką; 7 — pokrywa; 8 — uszczelka gumowa; 9 — puszka; 10 — oś mechanizmu napędowego; 11 — zębaty sektor; 12 — koło zębate; 13 — uzwojenie elektromagnesu



Rys. 29. Schemat mechanizmu napędowego z urządzeniem kontaktowym zapalarki PM-2:

4 — klucz do zapalarki; 10 — oś; 11 — sektor zębaty; 12 — duże koło zębate; 13 — pośrednie koło zębate; 14 — małe koło zębate; 15 — oś twornika prądnicy; 16 — palec kontaktowy; 17 — kolankowa płytka-popychacz; 18 — zwieracz; 19 — sprężyna zwieracza; 20 — płytka kontaktowa; 21 — przewód od płytki kontaktowej do zacisku; 22 — przewód od szczoteczki do zwieracza

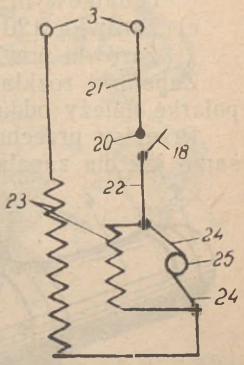
Puszka aluminiowa zapalarki jest złączona z pokrywą za pomocą dwóch śrub. Dla szczelności między pokrywą a puszką jest umieszczona uszczelka gumowa. Na puszce znajdują się dwa uchwyty służące do przytwierdzenia rzemienia. Do rzemienia przyszyta jest tulejka do przechowywania klucza.

Cały mechanizm łącznie z prądnicą jest przymocowany do wewnętrznej powierzchni pokrywy puszki za pomocą nakrętki.

Na pokrywie puszki w górnej części znajdują się: dwa zaciski umieszczone na płytce izolującej, służące do przyłączania do nich głównych przewodów sieci,

oraz nakrętka śruby łączącej mechanizm zapalarki z pokrywą; nakrętka posiada w górnej części gniazdo do wkładania klucza. Schemat elektryczny zapalarki PM-2 jest przedstawiony na rys. 30.

Charakterystyka zapalarki PM-2: zapalarka wytwarza prąd o napięciu 120 V; przy oporze zewnętrznym 80 omów daje prąd o natężeniu 1,5 A., za pomocą którego można zdetonować 25 zapalników elektrycznych połączonych szeregowo, przy ogólnym oporze przewodów do 15 omów; wymiary zapalarki — 120×110×70 mm; waga 2,5 kg.



Rys. 30. Schemat elektryczny zapalarki PM-2: 3 — zaciski kontaktowe; 18 — zwieracz; 20 — płytka kontaktowa; 21 — przewód od płytki kontaktowej do zacisku; 22 — przewód od szczoteczki do zwieracza; 23 — uzwojenia elektromagnesu — szeregowe i bocznikowe; 24 — szczotki; 25 — kolektor

59. Przy użyciu zapalarki PM-2 należy:

a) połączyć końce głównych przewodów sieci do zacisków zapalarki, bacząc by odizolowane końce przewodów nie dotykały do siebie i do korpusu zapalarki;

b) ująć zapalarkę w lewą dłoń stawiając ją na dłoni i włożyć klucz w gniazdko nakrętki na pokrywie;

c) celem zapalenia wykonać zdecydowany obrót kluczem w prawo (w kierunku ruchu wskazówek zegara) aż do oporu;

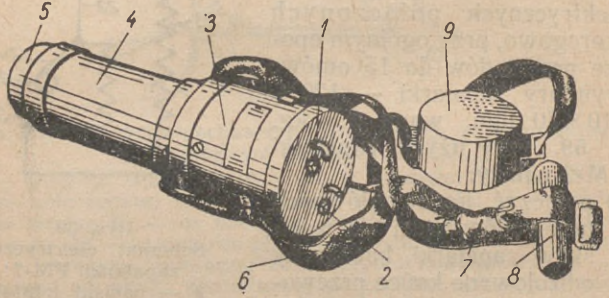
d) po dokonanym zapaleniu (detonacji) odłączyć koniec głównych przewodów; klucz włożyć w tulejkę na rzemieniu.

Kontrolę sprawności zapalarki przeprowadza się:

a) galwanoskopem (patrz pkt 79);
b) przez detonację zapalnika elektrycznego przy dodatkowym oporze 80—100 omów;
c) żarówką 120 v o mocy 40—60 watów; drucik żarówki powinien rozżarzyć się do białości.

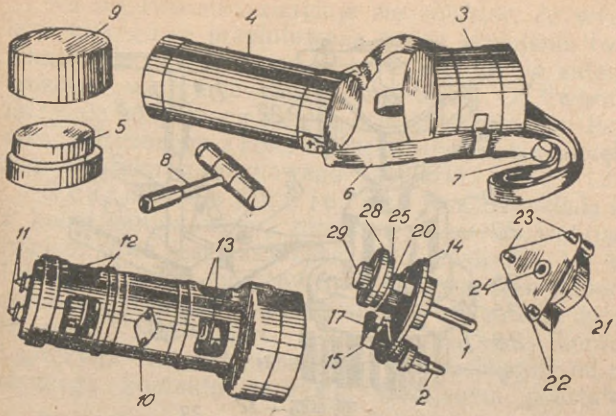
Zapalarki rozkładać nie wolno. Źle działającą zapalarkę należy oddać do naprawy.

Przepisy przechowywania i konserwacji są takie same jak dla zapalarki PM-1 (patrz pkt 57).



Rys. 31. Widok ogólny zapalarki elektrycznej PM-627: 1 — koniec osi sprężyny; 2 — koniec wałka spustowego; 3 — pokrywa silniczka sprężynowego; 4 — płaszcz prądnicy; 5 — wieczko zacisków; 6 — rzemień do przenoszenia zapalarki; 7 — gniazdo do przechowywania klucza z zapinką; 8 — klucz; 9 — pudełko z zapasową sprężyną

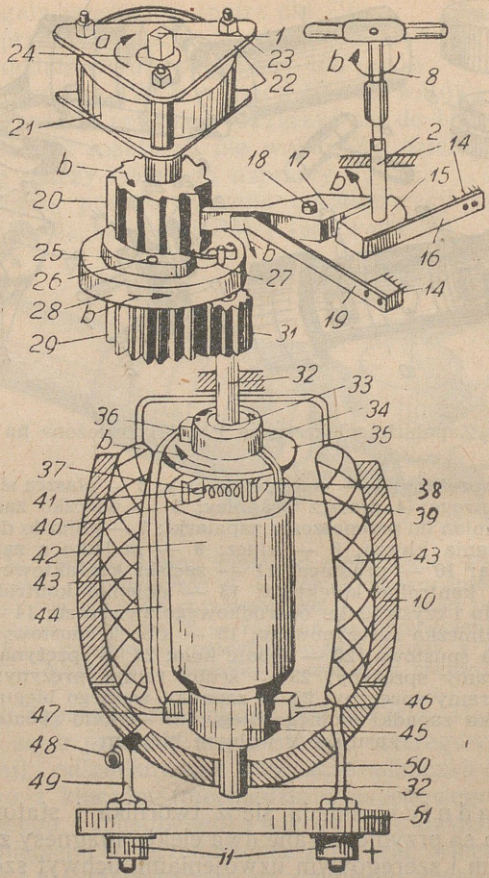
60. Zapalarka elektryczna PM-627 (rys. 31, 32 i 33) składa się z prądnicy prądu stałego (szeregowo-bocznikowej), odśrodkowego zwieracza, silniczka sprężynowego z kluczem (mechanizmu: napędowego, przekazującego i spustowego), pokrowca z dwóch części z rzemieniem do przenoszenia zapalarki, wieczka zacisków i przymocowanego na rzemieniu pudełka z zapasową sprężyną.



Rys. 32. Zapalarka elektryczna PM-627 rozłożona na części:

1 — oś sprężyny; 2 — wałek spustowy; 3 — płaszcz silniczka sprężynowego; 4 płaszcz prądnicy; 5 — wieczko zacisków; 6 — rzemień do przenoszenia zapalarki; 7 — gniazdo do przechowywania klucza; 8 — klucz; 9 — pudełko z zapasową sprężyną; 10 — prądnica; 11 — zaciski kontaktowe; 12 — okienko kontrolne kolektora; 13 — okienko kontrolne (do przeglądu i czyszczenia) odśrodkowego zwieracza; 14 — podstawa silniczka sprężynowego; 15 — klocek spustowy; 17 — dźwignia spustowa; 20 — zębate koło; 21 — sprężyna; 22 — płytki ramy sprężyny; 23 — śruby ramy sprężyny; 24 — tulejka ramy sprężyny; 25 — zapadka wolnego biegu; 28 — podkładka zapadki wolnego biegu; 29 — koło zębate przekazujące z wolnym biegiem

Prądnica składa się z twornika i statora, do którego są przymocowane dwa elektromagnesy z bocznikowym i szeregowym uzwojeniami, uchwyt szczotek z dwiema węglowymi szczoteczkami i uchwyt szczotek odśrodkowego zwieracza.



Rys. 33. Schemat wnętrza zapalarki PM-627:

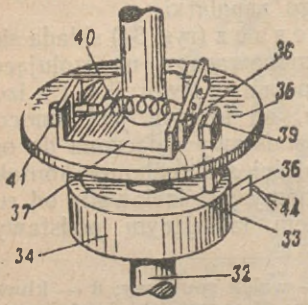
Na osi twornika znajduje się kolektor, do wycinków którego są przylutowane końce uzwojenia twornika i odśrodkowy zwieracz przeznaczony do automatycznego włączania zewnętrznej sieci. Oś twornika łączy się za pomocą łuski z osią koła zębatego twornika, połączonego z kolei z przekazującym kołem zębatym silniczka sprężynowego zapalarki.

Odśrodkowy zwieracz (rys. 34) składa się: z koła kontaktowego, zamocowanego na izolującej tulejce, która jest nasadzona na oś twornika, i z izolującego krążka podstawy, na którym jest umocowana metalowa podpórka podstawy dołączona do osi twornika. Na podpórce mieści się ruchomy kontakt i sprężyna. Kontakt nieruchomy jest izolowany od ruchomego kontaktu krążkiem izolującym podstawy.

---

1 — koniec osi sprężyny; 2 — wałek spustowy; 8 — klucz; 10 — płaszcz statora prądnicy; 11 — zaciski kontaktowe; 14 — podstawa silniczka sprężynowego; 15 — klocek spustowy; 16 — płaska sprężyna klocka; 17 — dźwignia spustowa; 18 — oś dźwigni spustowej; 19 — płaska sprężyna dźwigni spustowej; 20 — zębate koło zapadkowe; 21 — sprężyna; 22 — płytki ramy sprężyny; 23 — śruby ramy sprężyny; 24 — tulejka ramy sprężyny; 25 — zapadka wolnego biegu; 26 — oś zapadki wolnego biegu; 27 — sprężyna zapadki wolnego biegu; 28 — podkładka zapadki wolnego biegu; 29 — koło zębate przekazujące z wolnym biegiem; 31 — koło zębate osi twornika; 32 — oś twornika; 33 — tulejka izolująca zwieracza; 37 — podpórka metalowa podstawy zwieracza (przyłączona do osi twornika); 38 — kontakt ruchomy zwieracza; 39 — kontakt nieruchomy zwieracza; 40 — sprężyna kontaktu ruchomego; 41 — śruba regulująca sprężynę ruchomego kontaktu; 42 — twornik; 43 — uzwojenie elektromagnesów statora (szeregowe i bocznikowe); 44 — przewód od szczoteczki zwieracza do szczoteczki prądnicy; 45 — kolektor; 46 — szczoteczka prądnicy (+); 47 — szczoteczka prądnicy (—); 48 — śruba łącząca na masę przewód od zacisku (—); 49 — przewód od zacisku (—) na masę; 50 — przewód od szczoteczki (+) do zacisku (+); 51 — izolująca płytka zacisków; a — kierunek obrotu przy nakręcaniu sprężyny; b — kierunek obrotu przy spuszczaniu sprężyny

Kontakt ruchomy jest połączony elektrycznie przez podpórkę z masą prądnicy i utrzymuje się w otwartym położeniu sprężyną, której napięcie jest ściśle regulowane śrubą. Kontakt nieruchomy jest połączony z kołem kontaktowym. Po kole kontaktowym ślizga się szczotka zwieracza.



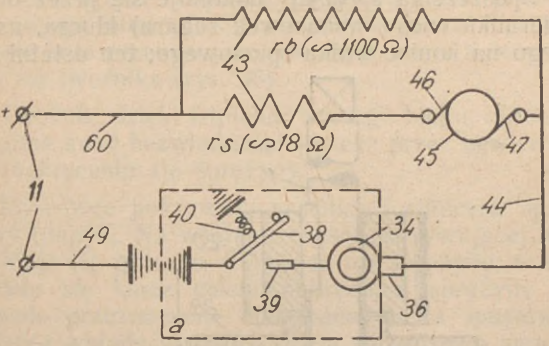
Rys. 34. Odśrodkowy zwieracz sieci zewnętrznej w zapalarce PM-627:

32 — oś twornika; 33 — tulejka izolująca zwieracza; 34 — koło kontaktowe zwieracza; 35 — krążek izolujący podstawy zwieracza; 36 — szczoteczka zwieracza; 37 — podpórka metalowa podstawy zwieracza; 38 — kontakt ruchomy zwieracza; 39 — kontakt nieruchomy zwieracza; 40 — sprężyna kontaktu ruchomego; 41 — śruba regulująca napięcie sprężyny ruchomego kontaktu; 44 — przewód od szczoteczki zwieracza do szczoteczki (—) prądnicy

Przy początkowych obrotach zapalarka pracuje na samowzbudzenie. Z chwilą kiedy twornik osiąga 5800 obr/min., kontakt ruchomy pod działaniem siły odśrodkowej przezwycięża napięcie sprężyny i zamyka obwód. Przy tym prąd przebiega (patrz rys. 35) od szczoteczki dodatniej poprzez zacisk do sieci zewnętrznej, po której wraca do zacisku drugiego i dalej przez masę prądnicy płynie na ruchomy a następnie na nieruchowy kontakt, dalej poprzez koło kontaktowe i szczoteczki zwieracza do ujemnej szczoteczki prądnicy.

Silniczek sprężynowy składa się z mechanizmów: napędowego, przekazującego i spustowego, zmontowanych na podstawie silniczka sprężynowego, oraz klu-

cza. Silniczek sprężynowy składa się z ramy ze sprężyną, tulejki, osi sprężyny obracającej się na łożysku kulkowym i zębatego koła zapadkowego osadzonego na osi sprężyny.



Rys. 35. Schemat elektryczny zapalarki PM-627: a — odśrodkowy zwieracz; 11 — zaciski; 34 — koło kontaktowe; 36 — szczoteczka zwieracza; 38 — kontakt ruchomy; 39 — kontakt nieruchomy; 40 — sprężyna kontaktu ruchomego; 43 — szeregowe i bocznikowe uzwojenia elektromagnesów; 44 — przewód od szczoteczki zwieracza do szczoteczki (—) prądnicy; 45 — kolektor; 46 — szczoteczka (+); 47 — szczoteczka (—); 49 — przewód od zacisku (—) do masy; 50 — przewód od szczoteczki (+) do zacisku (+); r_b — opór uzwojenia bocznikowego; r_s — opór uzwojenia szeregowego

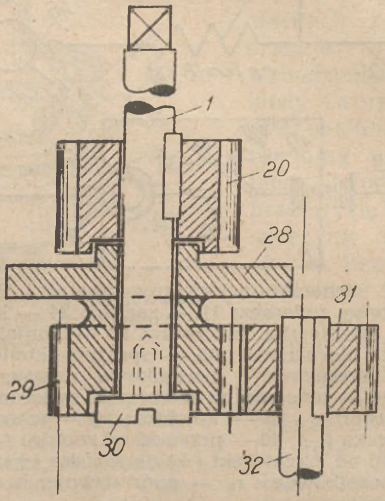
Mechanizm przekazujący posiada zębate koło przekazujące, zapadkę wolnego biegu z jej podstawą i sprężyną.

Mechanizm spustowy posiada wałek spustowy z osadzonym na nim klockiem i zapadkę spustową z płaskimi sprężynami.

Sprężyna znajduje się w ramie z dwóch trójkątnych płytek, zamocowanych trzema śrubami, których końce przy nakładaniu ramy na oś sprężyny wchodzą w gniazda podstawy silniczka sprężynowego. Na osi

sprężyny znajduje się wycięcie uniemożliwiające ślizganie się sprężyny.

Sprężyna utrzymuje się w stanie nakręconym przy pomocy zębatego koła zapadkowego i dźwigni spustowej. Spuszczenia sprężyny dokonuje się przez obrót (w kierunku ruchu wskazówek zegara) klucza, nasadzonego na koniec wałka spustowego; ten ostatni na-



Rys. 36. Przekrój mechanizmu wolnego biegu zębatego koła przekazującego zapalarki PM-627 (zapadka wolnego biegu nie pokazana):

1 — oś sprężyny; 20 — zębate koło zapadkowe; 28 — podstawa zapadki wolnego biegu; 29 — zębate koło przekazujące z wolnym biegiem; 30 — śruba utrzymująca zębate koło przekazujące na osi sprężyny; 31 — koło zębate osi twornika; 32 — oś twornika

ciska klockiem na małe ramię dźwigni spustowej, przy czym duże ramię dźwigni odchylając sprężynę wycho-

dzi z pomiędzy zębów koła zapadkowego i uwalnia je; sprężyna zaczyna rozkręcać się, przekazując obrót twornikowi prądnicy poprzez zębate koło zapadkowe, zapadkę wolnego biegu, podstawę zapadki i przekazujące koło zębate. Zapadka, podstawa i koło przekazujące mogą obracać się swobodnie na osi sprężyny. Zębate koło przekazujące jest zazębione z kołem zębatym osi twornika (rys. 36).

Twornik, dzięki istnieniu wolnego biegu, obraca się wskutek swej bezwładności jeszcze przez pewien czas po rozkręceniu się sprężyny.

Pokrowce pokrywają prądnice i silniczek sprężynowy (napęd). Na występie części pokrywającej napęd znajduje się gniazdo dla końca osi sprężyny, w które wkłada się klucz celem nakręcania sprężyny oraz gniazdo przeznaczone dla końca wałka spustowego, w które wkłada się klucz celem spuszczenia sprężyny przy zapalaniu. Na rzemieniu do przenoszenia zapalarki znajduje się gniazdo z zapinką na klucz i pudełko z zapasową sprężyną. Na występie pokrowca prądnicy znajdują się dwa zaciski do włączenia głównych przewodów sieci elektrycznej zewnętrznej.

Obrót twornika prądnicy dokonuje się na skutek działania sprężyny, przekazywanego na oś twornika.

Charakterystyka zapalarki PM-627

Zapalarka osiąga napięcie 150 V i przy zewnętrznym oporze 150 omów wytwarza prąd o sile 1 A, tj. przy ogólnej długości przewodów do 2 km detonuje do 50 zapalników elektrycznych, połączonych szeregowo. Długość zapalarki (z pudełkiem na zapasową sprężynę i kluczem) wynosi 415 mm, średnica (z rzemieniem i uchwytami dla niego) wynosi 140 mm, waga 5,6 kg.

61. **Aby spowodować zapalenie (detonację) zapalarką PM-627** trzeba:

a) odpiąć zapinkę i wyjąć klucz z gniazdka do przechowywania klucza;

b) włożyć klucz w gniazdko z napisem „взрыв" (wybuch) i przekręcić go o ćwierć obrotu w lewo aż do oporu (w kierunku odwrotnym do ruchu wskazówek zegara);

c) włożyć klucz w gniazdko z napisem „Пружына" (sprężyna) i nakręcić sprężynę, obracając klucz w prawo aż do oporu (w kierunku ruchu wskazówek zegara; należy uważać, by nie przekręcić sprężyny, ponieważ zapalarka nie posiada zapadki ograniczającej nakręcanie sprężyny);

d) otworzyć wieczko zacisków i przyłączyć do nich końce głównych przewodów sieci zewnętrznej tak, ażeby odizolowane przewody nie stykały się wzajemnie i nie kontaktowały się z korpusem zapalarki;

e) w celu spowodowania detonacji należy włożyć klucz w gniazdko „взрыв" (wybuch) i przekręcić go (w kierunku ruchu wskazówek zegara) w prawo o ćwierć obrotu.

Po dokonaniu detonacji należy wyjąć klucz z gniazdka, umieścić go w gnieździe na rzemieniu i zapiąć zapinkę; odłączyć końce głównych przewodów i zamknąć wieczko zacisków.

62. W celu kontroli sprawności działania zapalarki należy sprężynę nakręcić i spuścić. Jeśli rozkręcenie sprężyny następuje raptownie, oznacza to, że część mechaniczna zapalarki jest w porządku, jeżeli zaś rozkręcanie następuje wolno, a może to mieć miejsce z powodu zagęszczenia smaru, należy

nakręcić i spuścić sprężynę kilkakrotnie w celu rozgrzania smaru.

Sprawność działania urządzenia elektrycznego kontroluje się: przez wywołanie detonacji dwóch równolegle połączonych zapalników elektrycznych włączonych w sieć przy dodatkowym oporze 150 omów; zwykłą żarówką 120 woltową o mocy 40—60 watów (dobra zapalarka spowoduje rozżarzenie drucika żarówki do białości); galwanoskopem (patrz pkt 79).

Zapalarki nawet uszkodzonej nie wolno rozkładać na części. Zabrania się także dokonywania regulacji odśrodkowego zwieracza. Źle działającą zapalarkę należy oddać do warsztatu w celu remontu. Pokrowiec wolno zdejmować jedynie w celu czyszczenia, smarowania oraz wymiany sprężyny.

63. Wymianę sprężyny w zapalarce PM-627 przeprowadza się w sposób następujący:

wyjąć z pudełka zapasową sprężynę, odkręcić trzy śruby na pokrowcu silniczka sprężynowego i zdjąć go; zdjąć starą sprężynę z ramą z osi; włożyć sprężynę zapasową w ramę. Jeśli śruby ramy sprężyny nie wchodzą w gniazda podstawy, należy obrócić oś sprężyny (tylko przy podniesionej dźwigni spustowej) i umieścić sprężynę na miejscu.

Następnie założyć z powrotem pokrowiec silniczka sprężynowego uważając, ażeby gumowe uszczelki gniazda „Пружина“ (sprężyna) była na swoim miejscu, i wkręcić śruby pokrowca silniczka sprężynowego.

Po zmianie sprężyny zapalarkę należy sprawdzić zarówno pod względem jej działania mechanicznego jak i elektrycznego.

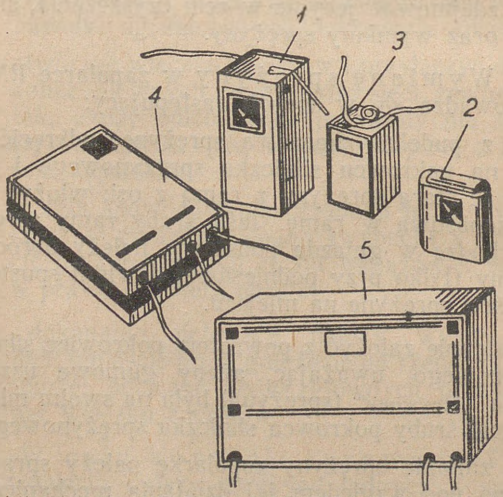
Sprężyny w stanie nakręconym nie wolno wymieniać.

Czyszczenie zapalarki PM-627 polega na wytarciu części i gruntownym oczyszczeniu szczoteczką części nie podlegających smarowaniu. Kurz z prądnicy zdmuchuje się miechem, kolektor przeciera się czystą szmatką.

Zapalarkę należy przechowywać w suchych, ogrzewanych pomieszczeniach, w szafach lub na półkach. Sprężyna powinna być spuszczona.

Nie wolno oddawać zapalarki do przechowania w stanie brudnym.

64. Suche ogniwa i baterie. Typy suchych ogniw i baterii (rys. 37) oraz ich podstawowe charakterystyczne dane wykazane są w tabeli nr 9.



Rys. 37. Suche ogniwa i baterie:

1 — suche ogniwo — nr 35; 2 — bateria KBS-0,35; 3 — bateria SBS-6; 4 — bateria anodowa BAS-60; 5 — bateria anodowa BAS-80

Tabela nr 9

Nazwa ogniwa i baterii	Początkowe napięcie w woltach	Początkowa pojemność w amp. godz.	Waga w kg
Suche ogniwo:			
1 S	1,38	3,1	0,13
2 S	1,40	8,5	0,30
3 S	1,42	30,0	0,70
4 S	1,40	37,0	1,10
Ogniwo mokre:			
1 W	1,38	3,1	0,13
2 W	1,40	8,3	0,30
3 W	1,42	27,0	0,70
4 W	1,40	30,0	1,10
Bateria do latarki elektrycznej KBS-0,35 . .	4,2	0,35	—
Bateria SBS-6	5,7	0,35	—
Bateria anodowa sucha BAS-60	69,0	0,5	1,3
Bateria anodowa sucha BAS-80	92,0	1,0	3,0

Tabela nr 10

Ilość zapalników elektrycznych podlegających jednoczesnemu zdetonowaniu	Bateria BAS-60		Bateria BAS-80	
	ilość baterii	sposób łączenia	ilość baterii	sposób łączenia
1 — 10	1	—	1	—
10 — 20	2	szeregowy	1	—
20 — 30	2	szeregowy	2	szeregowy

65. Przy stosowaniu baterii BAS-60 i BAS-80 należy posługiwać się tabelą nr 10, ułożoną dla sieci z lżejszego przewodu minerskiego o ogólnej długości do 1000 m.

66. Napięcie suchych ogniw i baterii (jeśli nie podano specjalnie danych o odporności na niskie temperatury) przy obniżonej temperaturze maleje i przy określonej krańcowej temperaturze może dojść do zera. Dlatego też zimą baterie należy okrywać wojłokiem, tkaniną wełnianą, papierem, okładać watą, pakułami lub zasypywać trocinami. Przy temperaturze —20° C i niżej, w celu podtrzymania napięcia w sieci, należy włączyć szeregowo dodatkowe baterie.

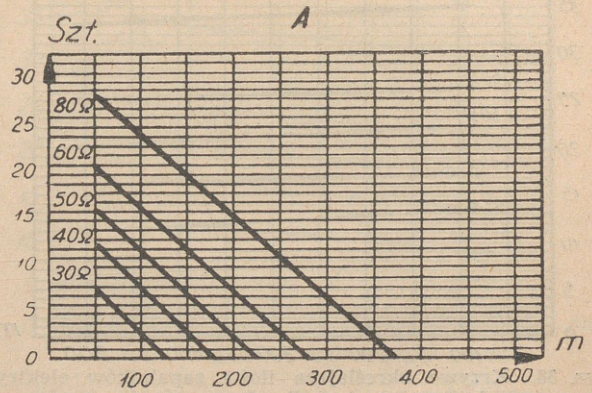
Przy wzroście temperatury do +5° C i wyżej zdolność pracy baterii wraca.

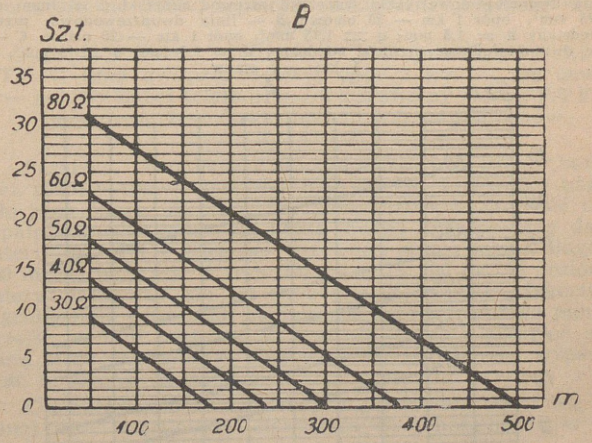
67. Baterie należy przechowywać w suchych, nieogrzewanych pomieszczeniach; w czasie chłodów przed użyciem wnosić do ciepłego pomieszczenia w celu odgrzania.

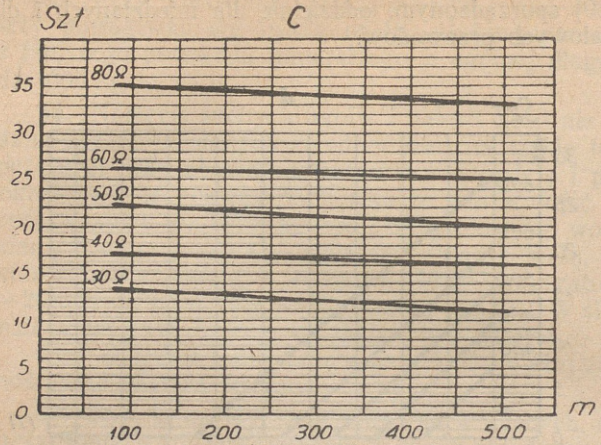
68. Sprawdzania suchych baterii co do ich zdatności do detonowania ładunków mat. wyb. dokonuje się za pomocą specjalnego galwanoskopu (patrz pkt 80) lub za pomocą zwykłej żarówki 110—120 woltowej. Baterie należy uważać za dobre, jeżeli żarówka da stałe żółte światło przy zastosowaniu baterii BAS-60 i jasnożółte przy zastosowaniu baterii BAS-80. Przy dwóch bateriach BAS-60 włączonych szeregowo żarówka powinna dać naturalne światło. Sprawdzenie to należy przeprowadzać szybko, aby uniknąć rozładowania baterii. Należy się liczyć z tym, że sprawdzanie baterii żarówką nie jest dokładne i dlatego należy posiadać baterie zapasowe.

69. W celu ustalenia ilości zapalników elektrycznych, które mogą być zapalone daną baterią z pewnej odległości, należy się posiłkować wykresami (rys. 38

i 39) sporządzonymi oddzielnie dla miedzianych i dla stalowych przewodów.

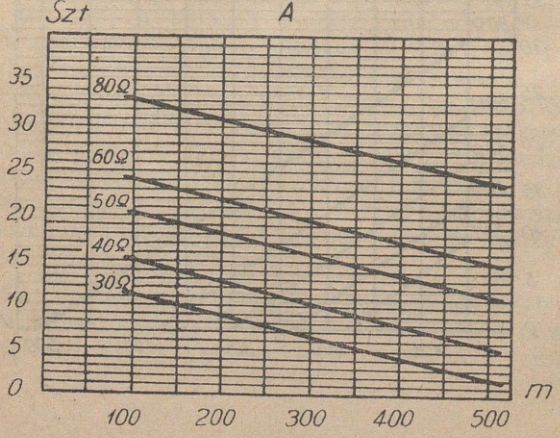


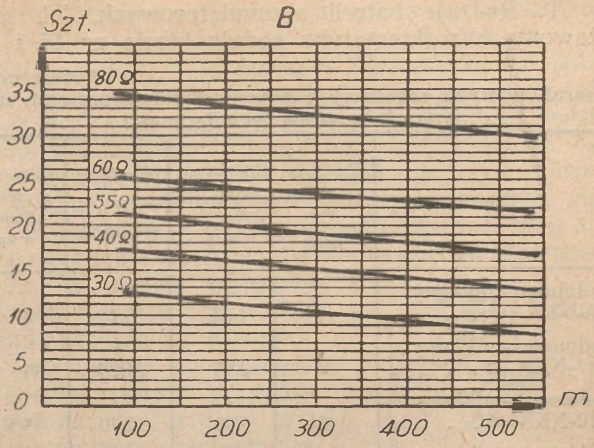




Rys. 38. Krzywe określające ilości zapalników elektrycznych i długości sieci dla danego źródła prądu:

Przewody — miedziane. Zapalniki elektryczne połączone szeregowo. A — linia dwuprzewodowa; lekki (saperski) przewód minerski d = 1mm; q = 0,75 mm²; opór 1 km — 50 omów; B — linia dwuprzewodowa; przewód miedziany d = 1,5 mm; q = 1,75 mm²; opór 1 km — 20 omów; C — linia dwuprzewodowa, przewód miedziany d = 2,5 mm; q = 5 mm²; opór 1 km — 7 omów





Rys. 39. Krzywe określające ilość zapalników elektrycznych i dugości sieci przy danym źródle prądu; polowe telefoniczne i telegraficzne kable; zapalniki elektryczne połączone szeregowo

A — polowy kabel telefoniczny jednoprzewodowy wzoru P.T.F.-7; linia dwuprzewodowa; opór 1 km — 220 omów; B — polowy kabel telefoniczno-telegraficzny wzoru P.T.F.-8; linia dwuprzewodowa; opór 1 km — 160 omów

Przykład. Zapalenie elektrozapałów przy próbie baterii (bez różnicy typów zarówno BAS-60 jak i BAS-80) nastąpiło przy oporze 60 omów na galwanoskopie. Określić ilość zapalników elektrycznych, którą można włączyć przy danej baterii do sieci z lekkiego przewodu minerskiego długości 100 m. Na wykresie A (rys. 38) od cyfry 100 na osi poziomej należy przesunąć się po pionowej do punktu przecięcia z grubą linią oznaczoną napisem 60 omów i od tego punktu przejść po linii poziomej w lewo do końca i odczytać szukaną ilość zapalników elektrycznych; w danym wypadku ilość ta wynosi 16 sztuk.

Określenia długości głównych przewodów sieci wg podanej ilości zapalników elektrycznych dokonuje się w odwrotnym porządku.

70. Rodzaje baterii akumulatorowych. Ich podstawową charakterystykę podają tabele nr 11 i 12.

Tabela nr 11

Charakterystyka zasadowych baterii akumulatorowych używanych w oddziałach łączności

Typ	Pojemność przy 8 godz. wyładowaniu w amper. godz.	Natężenie prądu wyładowania w A	Napięcie w woltach	Waga wraz z elektrolitem w kg
Kadmowo - niklowy 5-NKN-10	10	1,25	6,25	4
Kadmowo - niklowy 17-NKN-22	22	2,75	21,25	35
Kadmowo - niklowy 10-NKN-45	45	5,50	12,50	33,5
Kadmowo - niklowy 10-NKN-60	60	7,50	12,50	58

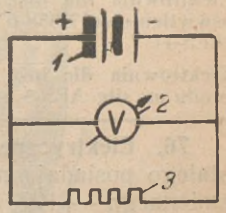
Tabela nr 12

Charakterystyka kwasowych baterii akumulatorowych

Rodzaj	Napięcie w V	Pojemność w amp. godz. jest zależna od wielkości prądu wyładowania								Waga z elektrolitem w kg
		20-godzinny ustrój		10-godzinny ustrój		5-godzinny ustrój		3-godzinny ustrój		
		prąd wyładowania w A	pojemność w amp. godz.	prąd wyładowania w A	pojemność w amp. godz.	prąd wyładowania w A	pojemność w amp. godz.	prąd wyładowania w A	pojemność w amp. godz.	
3STE	6	2,4	48	4,5	45	—	—	10,8	32,4	14,3
3A-55	6	2,7	55	5,1	51	10	50	—	—	15,0
3STE-80	6	4,0	80	7,0	70	—	—	18,0	54,0	19,0
3STE-112	6	5,6	112	9,8	98	—	—	52,2	75,6	26,0

71. Baterie przed użyciem należy sprawdzić pod obciążeniem (obciążenie o oporze 0,3 oma na 1 V napięcia baterii) w ciągu paru minut. Schemat połączeń do przeprowadzenia próby podany jest na rys. 40. Jeżeli przy tym napięcie naładowanej baterii będzie równe wskazanemu w tabeli i nie będzie spadać, bateria jest naładowana dobrze i zdolna do użytku; jeżeli zaś w chwili obciążenia baterii napięcie okaże się niższe od wskazanego w tabeli i będzie spadać, taka bateria nie nadaje się do użytku (musi być naładowana).

72. W czasie chłodów wskutek wzrostu oporu elektrolitu zwiększa się wewnętrzny opór baterii, co prowadzi do spadku napięcia przy rozładowaniu; oprócz tego przy niskich temperaturach zmniejsza się pojemność baterii. Dlatego przy używaniu baterii w zimie należy ochraniać je wojłokiem, materiałem itd.



Rys. 40. Schemat połączeń przy pomiarze napięcia baterii: 1 — bateria; 2 — voltomierz; 3 — opornik (obciążenie)

73. Obliczenia ilości ogniw i baterii akumulatorowych dla określonej sieci elektrycznej oraz połączenie ich w grupy dokonuje się zgodnie z pkt. 83.

74. Elektrownie ruchome i sieci oświetleniowe. Charakterystyka elektrowni ruchomych jest podana w tabeli nr 13.

75. Duża moc elektrowni ruchomych zezwala na przeprowadzenie detonacji grupy zapalników elektrycznych, zarówno połączonych równolegle jak i połączonych sposobem mieszanym (patrz pkt 84).

Sposób obliczenia sieci elektrycznych jest taki sam jak przy stosowaniu zapalarek.

Tabela nr 13

Typ elektrowni ruchomej	Napięcie w V	Natężenie prądu w A	Moc w KW	Rodzaj prądu
Agregat do ładowania akumulatorów 1,5-EZS-3 (AŁ-3) . .	120	12,5	1.5	Stały
Agregat do ładowania akumulatorów 1,5-EZS-3B	50	20,0	1.0	„
Elektrownia dla inst. oświetleniowej 3-03S-6 (AES-1)	120	25,0	3.0	„
Elektrownia dla inst. prądu na siłę AES-3 .	127/220	37,5	12	Zmienny

76. Elektryczne sieci oświetleniowe i robocze prądu stałego posiadają napięcie 110—220 V, a sieci prądu zmiennego — 127, 220 i 380 V.

Uwaga. Sieci oświetleniowe prądu stałego spotykamy rzadko i, z reguły, w małych miejscowościach.

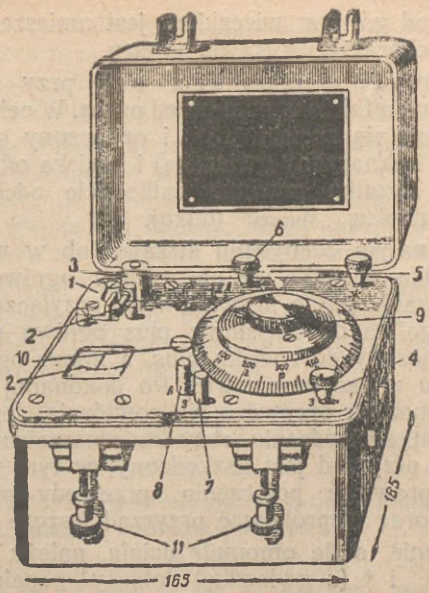
Minimalna moc transformatorów oświetleniowych wynosi 5 KW, a minimalna moc generatorów prądu stałego, zaopatrujących sieci oświetleniowe — 10 KW.

Przy tej minimalnej mocy sieci dopuszczalna jest detonacja grupy zapalników elektrycznych, połączonych wg dowolnych schematów omówionych w punkcie 82.

Obliczenie sieci elektrycznej (zapalającej) jest takie samo jak dla sieci obsługiwanych zapalarkami (patrz pkt. 82, 83 i 84).

Przyrządy kontrolne i pomiarowe używane przy zapalaniu elektrycznym

77. Duży omometr (rys. 41) służy do mierzenia oporów od 0,2 do 5000 omów; waga jego wynosi 5 kg, wymiary 165×165×200 mm.



Rys. 41. Omometr duży:

1 — dźwignia hamulca; 2 — hamulec; 3 — regulator; 4 — zacisk „З" („Z"); 5 — zacisk oznaczony gwiazdką; 6 — zacisk „Л" („Ł"); 7 — przycisk „З" („Z"); 8 — przycisk „Л" („Ł"); 9 — okrągła skala ruchoma; 10 — wskaźnik; 11 — śruby do zamknięcia wieczka omometru (na zawiasach); 12 — wskaźnik oporu z podziałką omową

Wszystkie części omometru zmontowane są w wodoszczelnej metalowej skrzynce, zamykanej wieczkiem z gumową podkładką. W dolnej części skrzynki znajduje się gniazdo do umieszczenia suchego ogniwa o napięciu 1,45 V. Przy takim ogniwie maksymalne natężenie prądu w omometrze nie przekracza 0,01 A. Gniazdo to jest przykryte wieczkiem na gumowej pod-

kładce. Pod górnym wieczkiem jest umieszczona tabliczka z charakterystyką omometru.

Omometr sprawdza się przy odbiorze z magazynu, a także w polu przed pracą. W celu sprawdzenia łączy się zaciski „З“ i oznaczony gwiazdką (lub „Л“ i oznaczony gwiazdką) i naciska odpowiedni przycisk; strzałka powinna całkowicie odchylić się w stronę napisu „Много“ (dużo).

Przy małym odchyleniu strzałki lub w wypadku, gdy strzałka w ogóle się nie odchyli, ogniwo należy zamienić zachowując prawidłowość przyłączenia biegunów ogniwa do zacisków; plus ogniwa powinien być przyłączony do zacisku plus, a minus ogniwa — do zacisku minus omometru. Po dokonanej zmianie ogniwa omometr sprawdza się powtórnie. Jeżeli przy powtórnym sprawdzeniu strzałka omometru nie odchyla się, przyrząd jest uszkodzony; w tym wypadku należy sprawdzić połączenia, przewody przyrządu i ogniwa oraz wypróbować przyrząd jeszcze raz.

Następnie, o ile omometr działa, należy do zacisków „З“ i * (z gwiazdką) dołączyć zapalnik elektryczny (zapał elektryczny) i nacisnąć przycisk „З“. Jeżeli zapalnik elektryczny (zapał elektryczny) nie detonuje, omometr działa sprawnie; w przeciwnym wypadku takiego omometru nie można używać. Uszkodzonego omometru nie wolno rozkładać na części; należy odesłać go do naprawy do parku.

Omometr należy strzec przed wstrząsami i uderzeniami; przenosić i przewozić należy go zawsze w stanie zamkniętym, a po pracy — w czasie pogody wilgotnej lub deszczowej — wycierać do sucha. Omometr przechowuje się w suchych, ogrzewanych pomieszczeniach.

Używając dużego omometru należy:

a) ustawić go poziomo i otworzyć wieczko;

b) obrotem dźwigni i hamulca zwolnić strzałkę; jeżeli przy tym ta ostatnia nie zatrzyma się na zerze (0), należy ją nastawić na tę podziałkę pokręcając ostrożnie regulatorem;

c) przy mierzeniu małych oporów (zapalników elektrycznych) — w granicach 0,2 — 20 omów — mierzony opór włączyć do zacisków „З“ i * (z gwiazdką) bacząc, ażeby odizolowane przewody nie dotykały korpusu omometru;

d) nacisnąć przycisk „З“; jeżeli przy tym strzałka odchyli się, to nie zwalniając przycisku „З“ należy ustawić strzałkę na podziałkę zerową obrotem ruchomej skali;

e) zwolnić przycisk i odczytać wynik w omach według dolnego rzędu cyfr na okrągłej skali na wprost wskaźnika;

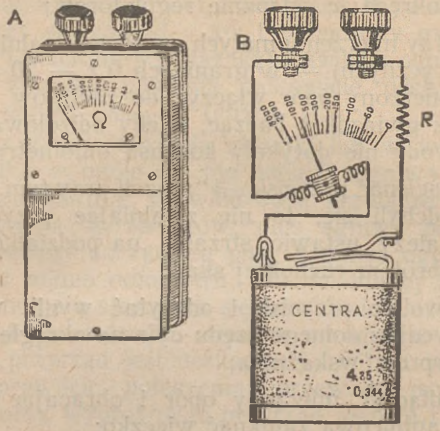
f) odłączyć mierzony opór i obracając dźwignię hamulcową zamknąć wieczko;

g) przy pomiarze dużych oporów — o wielkości od 20 do 5000 omów — mierzony opór włączyć do zacisków „Л“ i z * (z gwiazdką) i nacisnąć guzik „Л“; wynik należy odczytać według górnego rzędu cyfr na okrągłej ruchomej skali; poza tym zachowuje się taki sam porządek czynności jak przy pomiarach małych oporów.

78. **Omometr mały** (rys. 42) służy do przybliżonego pomiaru oporów w granicach od 0 do 5000 omów oraz do sprawdzenia przewodności (sprawności) przewodów i zapalników elektrycznych.

Jako źródło prądu omometru małego służy bateria do latarki elektrycznej KBS-0,35, dająca maksymalne natężenie prądu równe 0,015 A. Bateria umieszczona jest w dolnej części przyrządu pod przegródką.

Przy posługiwaniu się omometrem dołącza się do zacisków mierzony opór i odczytuje wynik na skali.

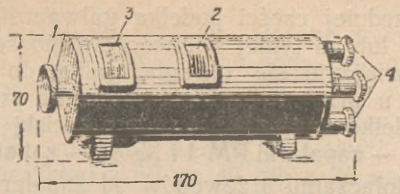


Rys. 42. Omometr mały:
A — widok ogólny; schemat połączeń elektrycznych; B — dodatkowy opór wynoszący 300 omów

Omometr mały sprawdza się przy odbiorze z magazynu, jak również w polu przed pracą.

W celu sprawdzenia zwiera się zaciski omometru — strzałka powinna odchylić się do zera; w wypadku niezgrania się strzałki z zerem na skali, doprowadza się, za pomocą obrotu śrubki umieszczonej na tylnej ściance, strzałkę do zera; jeżeli nie można tego osiągnąć, należy zamienić baterię i ponownie przeprowadzić próbę i regulację; jeżeli strzałka nie odchyli się pomimo zmiany baterii — omometr jest uszkodzony.

Uszkodzonego omometru nie wolno rozkładać na części, lecz należy oddać go do naprawy do parku.



Rys. 43. Galwanoskop cylindryczny do sprawdzania zapalarek elektrycznych:

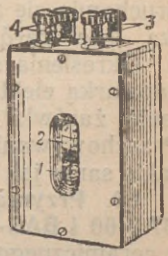
1 — gałka reostatu; 2 — okienko z żarówką neonową; 3 — okienko ze skalą oporów; 4 — zaciski do połączenia z zapalarką elektryczną

79. Galwanoskopy do sprawdzania zapalarek elektrycznych składają się z:

a) reostatu z ruchomą skalą, na której są uwidocznione podziałki;
b) dodatkowych oporów;
c) neonowej żarówki.

Wszystkie te części są zmontowane w cylindrycznym metalowym lub prostokątnym (z masy plastycznej) pudełku, na zewnątrz którego znajdują się dwa lub jedno okienko, zaopatrzone w szybkę szklaną lub z przezroczystej masy plastycznej. W jednym okienku jest umieszczona żarówka neonowa, w drugim — podziałka z podwójnym rzędem cyfr (w galwanoskopie prostokątnym żarówka i podziałka są umieszczone w jednym okienku)

Górny rząd cyfr służy do ustalenia oporu przy sprawdzaniu zapalarki PM-1, dolny przy sprawdzaniu zapalarki PM-2 (w prostokątnym przyrządzie kontrolnym jest na odwrót).



Rys. 44. Galwanoskop prostokątny do sprawdzania zapalarek elektrycznych:

1 — żarówka neonowa; 2 — skala obracalna z podziałką; 3 — zaciski kontaktowe do zapalarki PM-1; 4 — zaciski kontaktowe do zapalarki PM-2 (i PM-627)

Na przedniej części pudełka galwanoskopu cylindrycznego lub na tylnej ściance galwanoskopu prostokątnego znajduje się okrągła gałka do obracania reostatu przy nastawianiu oporu; na przeciwległej części pudełka znajdują się cztery zaciski do włączenia: X_1 X_1 — zapalarki PM-1 i X_2 X_2 — zapalarki PM-2.

Przy dołączaniu przewodów od zapalarki do zacisków galwanoskopu należy uważać, ażeby odizolowane końce przewodów nie stykały się wzajemnie i nie dotykały ścianek galwanoskopu. Przy sprawdzaniu zapalarki PM-1 ustawia się podziałkę reostatu na cyfrę 290 wg górnej podziałki, a przy sprawdzaniu zapalarki PM-2 — na cyfrę 120 wg dolnej podziałki. Następnie uruchamia się zapalarkę i obserwuje żarówkę neonową. Jeżeli żarówka zapali się, zapalarka jest dobra.

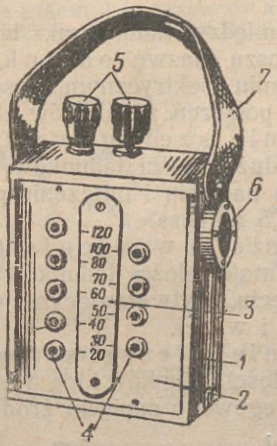
Określenia sprawności galwanoskopu dokonuje się zapalarką elektryczną uprzednio sprawdzoną na zapalenie żarówki przy odpowiednio ustalonym oporze. Przechowywanie i konserwacja galwanoskopów są takie same jak zapalarek.

80. Przyrząd do sprawdzania baterii anodowych BAS-60 i BAS-80 lub grupy ogniw (rys. 45) składa się z ceramicznego opornika rozdzielonego na sekcje, których odgałęzienia połączone są z gniazdkami kontaktowymi umieszczonymi na przedniej ściance przyrządu. Między gniazdkami kontaktowymi jest umieszczona skala z podziałką od 20 do 120, odpowiadająca oporom oddzielnych sekcji. Na bocznej ściance przyrządu znajduje się wyłącznik, a na przedniej (górnej) ściance — dwa zaciski, do których dołącza się końce sieci składającej się z badanej baterii i dwóch połączonych równolegle zapałów elektrycznych.

Dołączywszy końce sieci do zacisków przyrządu wyjmuje się lewy ruchomy zacisk z gniazdka, w którym znajduje się on stale i wstawia się go w gniazdko kontaktowe o oporze 50 omów, jeżeli jest badana ba-

teria BAS-60, lub w gniazdko o oporze 70 omów, jeżeli jest badana bateria BAS-80. Baterię uważa się za dobrą, jeśli przy naciśnięciu na wyłącznik obydwa zapały elektryczne zapalają się.

Jeżeli nie nastąpi zapalenie zapałów elektrycznych, należy ruchomy zacisk przestawić o stopień niżej, na przykład z 50 na 40 lub z 70 na 60 omów i ponownie nacisnąć na wyłącznik; czynność tę powtarza się, dopóki nie zapalą się zapały elektryczne, a tym samym nie zostanie ustalony opór sieci, przy którym dana bateria może pracować.



Rys. 45. Przyrząd do sprawdzania baterii anodowych BAS-60 i BAS-80:
1 — skrzynka; 2 — ścianka przednia; 3 — skala oporów; 4 — gniazdka kontaktowe; 5 — zaciski (lewy ruchomy); 6 — wyłącznik (wewnątrz kółka); 7 — rzemień do przenoszenia

81. Oprócz wyżej wymienionych przyrządów mogą być stosowane zwykłe amperomierze i woltomierze

prądu stałego (z równomierną skalą podziałek), głównie do sprawdzenia napięcia i natężenia prądu suchych baterii i akumulatorów w wypadku użycia ich jako źródeł prądu przy zapalaniu elektrycznym.

Sieci elektryczne

82. Siecią elektryczną nazywamy sieci przewodów z dołączonymi do nich zapalnikami elektrycznymi.

Przewody prowadzące od źródła prądu do ładunków noszą nazwę przewodów g ł ó w n y c h (m a g i s t r a l n y c h).

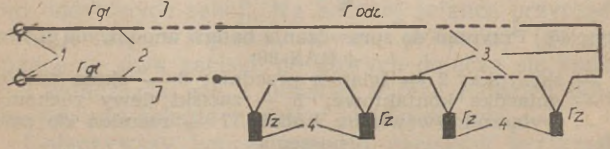
Przewody między ładunkami, łączące zapalniki elektryczne, noszą nazwę o d c i n k o w y c h.

Przy zapalaniu elektrycznym stosuje się następujące schematy połączeń zapalników elektrycznych.

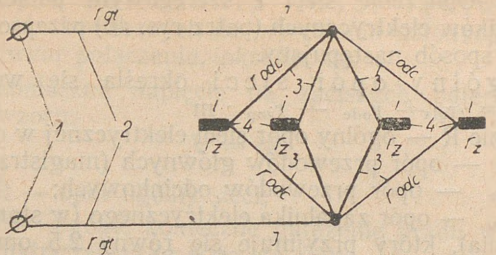
P o ł ą c z e n i e s z e r e g o w e (rys. 46) — stosuje się przy dużej ilości ładunków i użyciu źródła prądu o dużym napięciu i natężeniu prądu nie mniejszym niż 1—1,5 ampera.

P o ł ą c z e n i e r ó w n o l e g ł e (rys. 47) — stosuje się przy małej ilości ładunków i źródle prądu o małym napięciu, wytwarzającym jednak natężenie prądu 10 amp. i wyżej.

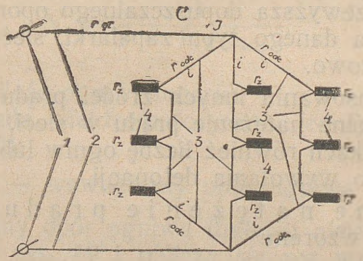
P o ł ą c z e n i e m i e s z a n e (rys. 48) — stosuje się przy dużej ilości ładunków i nie wystarczającym dla połączenia szeregowego napięciu źródła prądu.



Rys. 46. Szeregowe połączenie zapalników elektrycznych: 1 — zaciski źródła prądu; 2 — przewody główne; 3 — przewody odcinkowe; 4 — zapalniki elektryczne



Rys. 47. Równoległe połączenie zapalników elektrycznych: 1 — zaciski źródła prądu; 2 — przewody główne; 3 — przewody odcinkowe; 4 — zapalniki elektryczne



Rys. 48. Mieszane połączenie zapalników elektrycznych: 1 — zaciski źródła prądu; 2 — przewody główne; 3 — przewody odcinkowe; 4 — zapalniki elektryczne

W celu równomiernego rozprowadzenia prądu między zapalniki elektryczne oraz dla uproszczenia obliczenia sieci, opór poszczególnych odgałęzień przy równoległych i mieszanych połączeniach powinien być jednakowy.

Przed rozpoczęciem czynności przygotowawczych do budowy sieci elektrycznej należy przeprowadzić jej obliczenie.

83. Obliczenie sieci z szeregowym połączeniem zapalników elektrycznych (patrz rys. 46) przeprowadza się w sposób następujący.

Ogólny opór sieci określa się wzorem:

$$R = r_{gl} + r_{odc} + r_{zap} \cdot m$$

gdzie R — ogólny opór sieci elektrycznej w omach;

r_{gl} — opór przewodów głównych (magistralnych);

r_{odc} — opór przewodów odcinkowych;

r_{zap} — opór zapalnika elektrycznego (w stanie rozżarzenia), który przyjmuje się równy 2,5 oma;

m — ilość włączonych w sieć zapalników elektrycznych.

Przy stosowaniu etatowych zapalarek oblicza się tylko ogólny opór sieci elektrycznej. Jeśli obliczony opór nie przewyższa dopuszczalnego oporu zewnętrznej sieci dla danego typu zapalarki, sieć zbudowana jest prawidłowo.

Przy stosowaniu innych źródeł prądu określa się również ogólne natężenie prądu w sieci, a w niektórych wypadkach również liczbę ogniw lub baterii, niezbędnych do wywołania detonacji.

Ogólne natężenie prądu w sieci określa się wzorem:

$$I = \frac{V}{R},$$

gdzie I — ogólne natężenie prądu w amperach;

V — napięcie źródła prądu w woltach;

R — ogólny opór sieci elektrycznej w omach.

Natężenie prądu przechodzącego przez każdy zapalnik elektryczny przy połączeniu szeregowym jest równe ogólnemu natężeniu prądu, które źródło prądu przekazuje sieci zewnętrznej

$$i = I,$$

gdzie i — natężenie prądu w poszczególnym zapalniku elektrycznym.

W celu obliczenia ilości ogniw lub baterii, koniecznych do wywołania detonacji przy szeregowym połączeniu, określa się:

a) konieczne napięcie na zaciskach baterii wg wzoru:

$$V = IR,$$

gdzie R — opór ogólny sieci;

I — ogólne konieczne natężenie prądu w sieci (patrz tabela nr 6 na str. 53);

V — napięcie, które powinno być na zaciskach źródła prądu;

b) ilość ogniw lub baterii;

$$N = \frac{V}{e - I \cdot r_{wewn.}},$$

gdzie N — ilość ogniw (baterii);

e — siła elektromotoryczna jednego ogniwa (baterii);

$r_{wewn.}$ — wewnętrzny opór ogniwa (baterii).

Wewnętrzny opór ogniwa (baterii) określa się wg schematu na rys. 49 i oblicza się wg wzorów:

$$R = \frac{V}{I},$$

gdzie I — natężenie prądu, odczytane na amperomierzu;

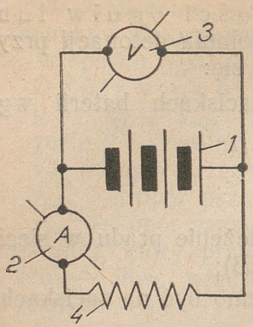
V — napięcie, odczytane na woltomierzu;

R — ogólny opór połączeń.

Opór wewnętrzny równa się:

$$r_{wewn.} = R - R_{obc.},$$

gdzie R_{obc} — opór obciążenia.



Rys. 49.

Schemat połączeń przy określaniu wewnętrznego oporu ogniwa:

1 — badane ogniwo; 2 — amperomierz; 3 — woltomierz; 4 — opór obciążenia

Jako opór obciążenia dla baterii BAS należy brać opór około 70 000 omów (na przykład: trzy połączone równolegle opory typu SS po 20 000 omów każdy), a dla ogniw i baterii SBS i KBS — żarówkę latarki elektrycznej, której opór przyjmuje się jako równy 10 omom.

W baterii akumulatorów dużej pojemności, $r_{wewn.}$ jest bliskie zera i można go nie określać; wtedy wzór na ilość akumulatorów przyjmuje postać:

$$N = \frac{V}{e}$$

Uwaga. Jeśli nie można zmierzyć oporu wewnętrznego ogniwa, należy do wzoru wstawić napięcie na zaciskach ogniwa, mierzone woltomierzem za pomocą przyrządu kontrolnego do badania suchych ogniw i baterii, lub wielkość napięcia wziąć z tabeli 9 (str. 87). Przy tym konieczne jest, by okres przechowywania ogniwa nie przekraczał czasu jego przydatności podanego w metryce i by bateria nie wyładowała się.

W wypadku, gdy maksymalne natężenie prądu przekazywane do sieci zewnętrznej z jednego ogniwa lub baterii jest mniejsze od dopuszczalnego, stosuje się równoległe połączenie ogniw (baterii), przy czym ilość ich określa się wzorem:

$$M = K \frac{I}{i},$$

gdzie M — ilość (baterii);
I — ogólne potrzebne natężenie prądu w sieci;
i — natężenie prądu uzyskane z jednego ogniwa (baterii);
K — współczynnik bezpieczeństwa, równy 2—3.

Ponieważ przy równoległym połączeniu ogniw napięcie grupy ich równa się napięciu jednego ogniwa, a może być niewystarczające do zdetonowania ładunków, zwykle stosuje się mieszane łączenie ogniw; w tym wypadku ilość równoległych grup określa się wzorem:

$$M = K \frac{I}{i}$$

a ilość szeregowo połączonych ogniw w każdej równoległej grupie — wzorem:

$$N = \frac{V}{e - Ir_{wewn.}}$$

Ogólną ilość ogniw (baterii) określa się przez iloczyn $M \times N$.

84. Obliczenie sieci z równoległym (patrz rys. 47) **i mieszanym** (patrz rys. 48) **połączeniem zapalników elektrycznych** przeprowadza się w ten sam sposób, jednak wzory są odmienne.

Ogólny opór sieci określa się wzorami:
a) dla połączenia równoległego:

$$R = r_{gł} + \frac{r_{odc.} + r_{zap.}}{n}$$

b) dla połączenia mieszanego

$$R = r_{gł} + \frac{r_{odc.} + r_{zap.}\, m}{n}.$$

gdzie m — ilość zapalników elektrycznych w każdej grupie równoległej;
n — ilość odgałęzień równoległych;
$r_{odc.}$ — opór przewodów w jednej równoległej grupie.

Ogólne natężenie prądu w sieci określa się wzorem:

$$I = n. i,$$

gdzie I — potrzebne ogólne natężenie prądu, dostarczane do sieci przez źródło prądu;
i — natężenie prądu potrzebne dla każdego odgałęzienia równoległego (patrz tabela nr 6);
n — ilość odgałęzień równoległych.

Obliczenie ilości ogniw lub baterii przeprowadza się jak w pkt. 83.

85. Przy pracach minerskich zawczasu przygotowanych sieć elektryczna powinna być układana w rowach o głębokości nie mniejszej niż 40—50 cm, a to w celu zabezpieczenia sieci od uszkodzeń mechanicznych i odłamków pocisków i min.

Przy przecinaniu dróg, ścieżek itp. przewody należy zakopywać w ziemię na głębokości 40—50 cm.

W wypadku braku czasu zezwala się na układanie przewodów w wąskich rowach bez zasypywania ich ziemią lub pod darninę odchyloną łopatą.

Ułożone przewody nie mogą być napięte, a należy układać je luźno (stosując w przybliżeniu luz 10—15% w stosunku do właściwej długości).

Zimą sieć elektryczną układa się na ziemi pod śniegiem.

Sieć zawsze powinna być dwuprzewodowa, z przewodów izolowanych.

Przy wysadzaniu kilku grup ładunków z jednej stacji minerskiej przewód powrotny, w drodze wyjątku, może być wspólny dla wszystkich grup ładunków.

Praca przy montowaniu i układaniu sieci powinna być przeprowadzana ze szczególną starannością.

86. Przy rozwijaniu sieci przewody powinny być przejrzane na całej długości, czy nie ma przerw w przewodach i uszkodzeń izolacji.

Sieć ułożoną w rowach sprawdza się kieszonkowym omometrem przed zasypaniem rowów.

Sieć jest w porządku, jeżeli przy rozwartych końcach przewodów — głównych i odcinkowych, omometr wykaże 3000 omów i więcej, a przy połączeniu między sobą kolejno dwóch odpowiadających sobie przewodów omometr wykaże kilka lub kilkadziesiąt omów.

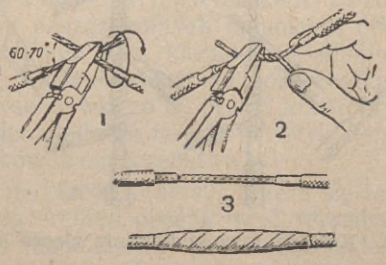
87. W celu dokonania połączeń w sieciach elektrycznych końce przewodów odizolowuje się na długości 5 cm, a oplot i płócienną powłokę jeszcze na dalszej długości 1,5 cm. Odizolowane końce łączonych żył oczyszcza się do metalicznego połysku grzbietem noża, ściśle skręca się w tym samym kierunku jak są skręcone w przewodzie i ponownie oczyszcza się do połysku.

Złącza bywają różne:

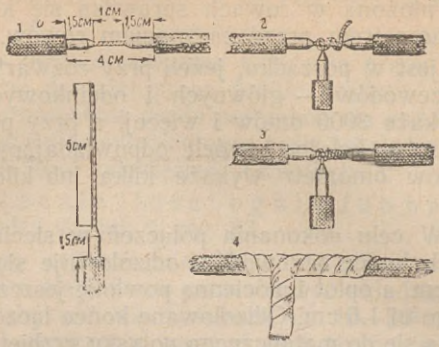
a) zwykłe, służące do połączenia dwóch końców przewodu (rys. 50);

b) pod prostym kątem (rys. 51);

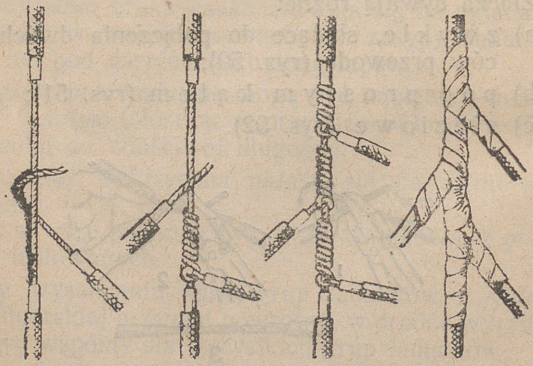
c) sieciowe (rys. 52).



Rys. 50. Kolejne fazy wykonania złącza zwykłego: 1 — nałożenie przewodów; 2 — łączenie przewodów; 3 — przewody złączone; 4 — gotowe złącze



Rys. 51. Kolejne fazy wykonania złącza pod kątem prostym: 1 — odizolowanie żyły; 2 — łączenie; 3 — złącze bez izolacji; 4 — gotowe złącze



Rys. 52. Kolejne fazy wykonania złącza sieciowego

Końce żył łączy się ściśle zwartymi skrętami za pomocą cęgów płaskich. Zbyteczne końce żył obcina się i podkłada pod izolację gumową przewodu.

Przy izolowaniu złącza owija się je ściśle taśmą gumową na kleju gutaperkowym rozpoczynając z jednego końca; przy tym taśmę tę trzeba nawijać tak, by zachodziła na gumową izolację przewodu, unikając połączenia z oplotem i płócienną powłoką. Na taśmę gumową, obejmując tym razem skraje oplotu, nawija się ściśle taśmę izolacyjną, w miarę możności uzyskując grubość równą grubości przewodu.

Przy prowadzeniu przewodów w suchych gruntach lub na wolnym powietrzu wystarczające jest izolowanie złączy tylko taśmą izolacyjną.

88. Dla uzyskania większej wytrzymałości przewodu na rozerwanie związuje się oba jego odcinki węzłem.

Do budowy sieci elektrycznej wyznacza się zespół złożony z zastępów:

a) przygotowania stacji minerskiej;
b) układania przewodów głównych;
c) przygotowania sieci.

Dowódca zespołu, w myśl rozkazu dowódcy oddziału minerskiego, obiera miejsce na stację minerską, zaznajamia się z obiektem do wysadzenia i z rozmieszczeniem na nim poszczególnych ładunków, określa miejsce przygotowania sieci, kierunek układania głównych przewodów, rozdziela ludzi do poszczególnych zastępów, daje wskazówki co do pracy, kontroluje wykonanie prac, odpowiada za termin ich wykonania i zachowanie środków bezpieczeństwa.

Miejsce na stację minerską obiera się tak, by można było bezpośrednio obserwować wysadzany obiekt. W wypadku niemożności znalezienia takiego miejsca należy wystawiać obserwatorów, którzy powinni w tym wypadku mieć niezawodną łączność ze stacją. Stację umieszcza się w miejscu zabezpieczającym ją od odłamków pocisków i min.

Zastęp wyznaczony do urządzenia stacji minerskiej, pod kierownictwem zastępowego, pobiera zapalarki bez kluczy oraz przyrządy pomiarowe i sprawdza je.

Przyrządy pomiarowe można wydać ze stacji minerskiej jedynie na rozkaz dowódcy oddziału minerskiego.

Zastęp wyznaczony do układania głównych przewodów, otrzymawszy wskazówki o miejscach doprowadzenia końców przewodów i kierunku układania sieci, bierze konieczną ilość bębnów z przewodem, sprawdza przewód i niesie bębny na miejsce doprowadzenia końców przewodów.

Przywiązawszy zaizolowane końce przewodów do palika, drzewa lub tp. grupa ta rozwija przewód we wskazanym kierunku do stacji minerskiej. W wypadku niecałkowitego rozwinięcia bębna nie należy odcinać przewodu, lecz końce jego wychodzące z bębna na zewnątrz przygotować do połączenia na stacji minerskiej ze źródłem prądu.

Końce głównych przewodów na stacji minerskiej powinny być zaizolowane.

Jeżeli na stacji minerskiej znajduje się kilka par głównych (magistralnych) przewodów, to w celu uniknięcia splątania przepuszcza się je przez kawałek deski i numeruje. Jeśli posiada się tablicę rozdzielczą, należy się nią posługiwać.

Przy końcach głównych (magistralnych) przewodów wystawia się posterunek z zastępu przygotowania stacji minerskiej z zadaniem niedopuszczenia nikogo do przewodów bez osobistego rozkazu dowódcy oddziału minerskiego.

Zastępowy przygotowujący sieć, osobiście otrzymuje zapalniki elektryczne (zapały elektryczne), sprawdza je na przewodnictwo i segreguje wg oporów (jeśli

nie są posegregowane i dostosowane). Pod jego kierownictwem przygotowuje się potrzebne odcinki przewodu zwiększone co do długości o 10—15% jako zapas zabezpieczający luz ułożonych przewodów. Sieci mogą być przygotowane na miejscu pracy lub w pobliżu, w ukryciu przed obserwacją nieprzyjaciela.

Po przygotowaniu odcinków przewodów rozkłada się je zgodnie ze schematem rozmieszczenia ładunków i dołącza się do nich zapalniki elektryczne. Przygotowanie sieci przeprowadza się z zachowaniem wszelkich środków ostrożności, przyjętych przy pracach z zapalnikami elektrycznymi. Koniecznie należy zwracać specjalną uwagę na jakość złączy, ponieważ dobroć ich jest głównym warunkiem niezawodnej detonacji.

Po przygotowaniu sieci przeprowadza się jej sprawdzenie jak w pkt. 86 według wskazówek dowódcy oddziału minerskiego.

Sieć elektryczną na polu minowym lub na obiekcie rozkłada się tak, aby zapalniki elektryczne znajdowały się nie bliżej niż w odległości 1 m od ładunków.

Po ułożeniu sieci dołącza się ją do głównych przewodów i według wskazówek dowódcy oddziału minerskiego przeprowadza się ze stacji minerskiej sprawdzenie sieci zgodnie z pkt. 86. Przy tej czynności wszyscy szeregowi powinni być oddaleni od ładunków na bezpieczną odległość. Po dokonaniu sprawdzenia sieci, na specjalny rozkaz dowódcy oddziału minerskiego, izoluje się ponownie końce głównych przewodów na stacji minerskiej, a zapalniki elektryczne wprowadza się do ładunków.

W wypadku, kiedy główne przewody mogą być przerwane ogniem przeciwnika, należy je zdublować, tj. zabezpieczyć pewność detonacji ładunków za pomocą dwóch oddzielnych par głównych przewodów z różnych stacji minerskich.

Zabezpieczenie sieci elektrycznej od wyładowań atmosferycznych (piorunów)

89. W czasie burzy, w głównych i odcinkowych przewodach sieci elektrycznej mogą powstawać krótkotrwałe (impulsywne) prądy elektryczne wywołujące nagrzewanie się drucików żarowych w zapalnikach elektrycznych, ich detonację i w ślad za tym detonację ładunków. Detonacja zapalników elektrycznych może również nastąpić wskutek pojawienia się iskry elektrycznej między drucikami żarowymi a tulejką zapalnika elektrycznego wskutek powstania w przewodach sieci elektrycznej wysokich potencjałów.

90. Prądy impulsywne i wysokie napięcia w różnych częściach sieci mogą powstawać:

a) przy bezpośrednim uderzeniu piorunu w przewody sieci elektrycznej lub w inne jej części;

b) przy uderzeniach piorunu w ziemię, w dowolne obiekty znajdujące się w pobliżu sieci elektrycznej; w tym wypadku jest możliwe przeniknięcie do przewodu rozchodzących się w ziemi prądów piorunu;

c) wskutek elektromagnetycznej i elektrostatycznej indukcji w czasie burzy.

Ochrona przed bezpośrednim uderzeniem piorunu w ładunek mat. wyb. lub w przewody zapalnika elektrycznego w warunkach polowych jest trudna do osiągnięcia.

Poniżej są podane środki przewidziane dla ochrony od wpływu prądów wyładowań atmosferycznych przedstawionych pod b) i c).

91. Wszystkie przewody sieci elektrycznej — główne i odcinkowe — powinny być obowiązkowo ułożone w ziemi na głębokości nie mniejszej niż 40—50 cm.

Przed ułożeniem przewodów w ziemi należy dokładnie sprawdzić stan izolacji; miejsca uszkodzeń zaizolować taśmą izolacyjną i pokryć lakierem lub smołą.

92. Do budowy sieci elektrycznej z reguły należy używać dwużyłowego przewodu minerskiego.

Przy budowie sieci z jednożyłowego przewodu, przed ułożeniem go w ziemi, oba przewody należy skręcać w jeden sznur.

Jeżeli w pewnych warunkach nie ma czasu na skręcanie, obydwa przewody powinny być ułożone na całej długości w jednym rowku i obowiązkowo co 1—1,5 m związane ze sobą sznurkiem lub taśmą izolacyjną.

93. Końce głównych (magistralnych) przewodów na stacji minerskiej odchyla się i dokładnie izoluje.

94. Pożądane jest prowadzenie sieci elektrycznej z ekranowych dwużyłowych przewodów, tj. przewodów z metalowym oplotem, względnie układanie obok przewodów sieci nieizolowanego metalowego drutu (drut kolczasty).

95. W obserwowanych polach minowych dla zabezpieczenia przed wyładowaniami atmosferycznymi używa się specjalnego przyrządu zabezpieczającego GZU (rys. 53).

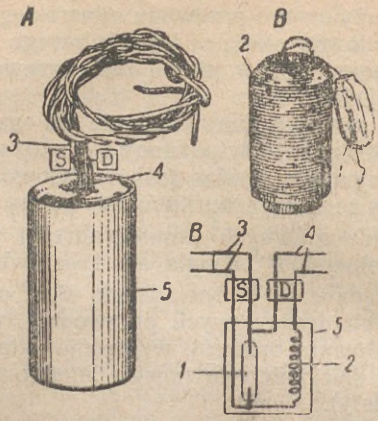
Przyrząd składa się z neonowego wyładownika o potencjale zapalania wynoszącym 60 wolt i cewki samoindukcyjnej ze zdolnością indukcyjną około 2 mH. Cewka posiada 800 zwojów. Czynny opór cewki wynosi 10 omów.

W celu zabezpieczenia od wilgoci cewka z wyładownikiem są umieszczone w cylindrze z masy plastycznej i zalane asfaltem bitumicznym.

Z cylindra są wyprowadzone dwie pary przewodów z tabliczkami S i D.

Przyrząd zabezpieczający włącza się w sieć elektryczną przed każdym zapalnikiem elektrycznym.

96. Włączania przyrządu GZU do sieci elektrycznej dokonuje się zgodnie ze schematem pokazanym na rys. 53.



Rys. 53. Przyrząd zabezpieczający od wyładowań atmosferycznych GZU:

A — ogólny widok; B — szczegóły; C — schemat konstrukcji połączeń; 1 — wyładownik neonowy; 2 — cewka samoindukcyjna; 3 — końce przewodów z tabliczką S dołączane do odcinkowych przewodów sieci elektrycznej; 4 — końce przewodów z tabliczką D dołączane do przewodów zapalnika elektrycznego (krótsze); 5 — cylinder

Przewody z tabliczką D łączy się z przewodami zapalnika elektrycznego. Przewody z tabliczką S łączy się z odcinkowymi przewodami sieci elektrycznej. Miejsca połączeń przewodów należy starannie zaizolować. Przewodów nieizolowanych nie trzeba izolować.

97. Przed zastosowaniem przyrządu GZU należy sprawdzić sprawność działania przyrządu i wyładownika.

Sprawność działania przyrządu określa się za pomocą omometru w sposób następujący: omometr dołącza się do przewodów z tabliczką D.

Przy zwarciu żył przewodów z tabliczką S omometr winien wykazać na przykład 8—10 omów, przy rozłączonych zaś przewodach z tabliczką S omometr winien wykazać ∞ (nieskończoność).

Sprawdzania sprawności wyładownika dokonujemy za pomocą baterii BAS-80 lub zapalarką PM-1 i 220 woltową żarówką. Sprawdzania przy posługiwaniu się BAS-80 dokonuje się w następujący sposób: do jednego bieguna baterii włącza się za pośrednictwem żarówki dowolny przewód z tabliczką D. Przewody z tabliczką S powinny być rozłączone. Przy zetknięciu drugiego przewodu z tabliczką D z drugim biegunem baterii żarówka winna zapalić się.

Sprawdzania przy zastosowaniu zapalarki PM-1 dokonuje się w sposób następujący: zapalarkę PM-1 włącza się szeregowo z żarówką elektryczną do przewodów z tabliczką D. Przewody z tabliczką S powinny być rozłączone. Uruchomienie zapalarki PM-1 winno spowodować błysk żarówki.

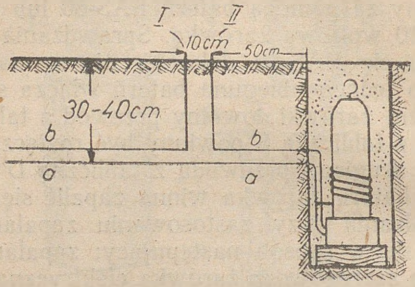
Przy obliczaniu sieci elektrycznej należy brać pod uwagę czynny opór przyrządu GZU.

98. W razie braku specjalnych przyrządów, chroniących przed wyładowaniami atmosferycznymi, sieć elektryczna może być ochroniona środkami podręcznymi.

Ładunki w opakowaniu metalowym (na przykład miny OZM-152) zabezpiecza się od zdetonowania w czasie burzy w następujący sposób: na dolną część metalowego korpusu miny (rys. 54) nawinąć dokładnie dwa — trzy zwoje nieizolowanego przewodu. Jeden koniec przewodu zamocować zwykłym skrętem (3—4 skręty), a drugi dołączyć do żyły przewodu „a“ idącego do zapalnika elektrycznego. Drugi przewód od zapalnika elektrycznego „b“ przeciąć na odległości 50 cm od miny. Rozcięte końce I i II rozstawić na 10 cm, wyprowadzić na powierzchnię ziemi,

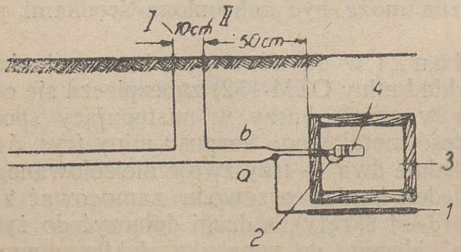
oczyścić i przygotować do połączenia a następnie każdy koniec z osobna starannie zaizolować.

Przed wysadzeniem pola minowego należy zaizolowane końce przewodów I i II odizolować i połączyć ze sobą izolując złącza.



Rys. 54. Ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi ładunków min w opakowaniu metalowym

99. Ładunek w opakowaniu niemetalowym ochrania się w sposób następujący: pod każdy ładunek (rys. 55) kładzie się uziemienie z materiału podręcznego, na przykład kawałek blachy



Rys. 55. Ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi ładunków w opakowaniu niemetalowym:
1 — uziemienie; 2 — przewód wyrównawczy; 3 — ładunek mat. wyb. w skrzynce drewnianej; 4 — zapalnik elektryczny

(z pudełek od konserw) o powierzchni równej podstawie ładunku, trzy — pięć zwojów drutu kolczastego lub gładkiego itp.; do tego uziemienia dołącza się przewód „a" zapalnika elektrycznego; oprócz tego do przewodu „a" dołącza się przewodem wyrównawczym tulejkę zapalnika elektrycznego.

W celu dołączenia przewodu wyrównawczego przewód zapalnika elektrycznego oczyszcza się z izolacji w odległości 10—15 mm od tulejki i do odkrytej w ten sposób żyły dołącza się zwykłym skrętem (4—5 zwojów) przewód wyrównawczy — gładki, goły miedziany przewód o średnicy 0,2 — 0,3 mm. Drugi koniec przewodu wyrównawczego nawija się na zewnętrzny koniec tulejki zapalnika elektrycznego.

Poza tym schemat i przygotowanie sieci elektrycznej są takie same jak dla ładunków w opakowaniu metalowym.

Miejsca wprowadzenia gołych przewodów pod izolację przewodów izolowanych należy pokrywać warstwą lakieru, kleju gumowego itp.

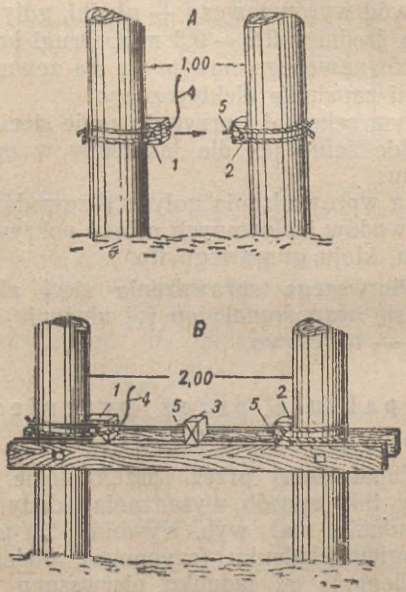
100. Pierwszego sprawdzenia sieci elektrycznej dokonuje się bezpośrednio po jej ułożeniu, a badania kontrolne — okresowo.

C) Zapalanie przez przeniesienie detonacji

101. Zapalaniem przez przeniesienie detonacji nazywamy taki sposób wysadzania, kiedy detonację jednego ładunku mat. wyb. wywołuje się przez detonację drugiego ładunku (czynnego), oddalonego na pewną odległość od ładunku pierwszego (biernego) i przedzielonych warstwą powietrza (rys. 56). Do wszystkich biernych ładunków wprowadza się spłonki w ten sposób, by ich otwory były skierowane dokładnie w stronę czynnego ładunku.

Przeniesienie detonacji następuje: od 1 kostki mat. wyb. — na odległość 0,5 m, od 2—4 kostek — na odległość 1,0 m, od 5—7 kostek — na odległość 1,5 m, od 8 kostek — na odległość 2,0 m.

Praktycznie odległość między czynnymi i biernymi ładunkami nie powinna przekraczać 1 m przy użyciu ładunku czynnego o wadze nie mniejszej niż 0,5 kg. Przy dużych odstępach między ładunkami należy stosować ładunki pośrednie, uzbrojone również spłonkami.



Rys. 56. Zapalanie przez przeniesienie detonacji:

A — bez ładunku pośredniego; B — z ładunkiem pośrednim; 1 — ładunek czynny; 2 — ładunek bierny; 3 — ładunek pośredni; 4 — zapalnik lontowy; 5 — spłonka

Między ładunkami czynnymi a biernymi nie powinny znajdować się żadne przedmioty mogące zatrzymać falę detonacyjną.

Spłonki do ładunków biernych należy wkładać przed samym wysadzeniem.

Zapalanie przez przeniesienie detonacji praktycznie można stosować tylko na wolnym powietrzu; nie należy na przykład stosować go do wysadzania pod wodą, w ziemi itp.

D) Zapalanie mechaniczne

102. Mechaniczny sposób zapalania jest szeroko stosowany przy wysadzaniu wszelkiego rodzaju min, lecz może być również wykorzystany przy pracach minerskich.

Środki zapalania mechanicznego opisane są w specjalnych podręcznikach i instrukcjach.

ROZDZIAŁ III

SKŁADANIE ŁADUNKÓW I PAKIETOWANIE

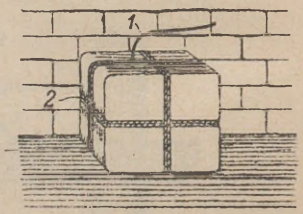
103. Ładunkiem nazywamy określoną ilość mat. wyb. przygotowanego do dokonania wysadzenia.

Ładunki sporządza się z posiadanych materiałów wybuchowych. Jedynie ładunki specjalne, komulatywne, sporządza się w fabrykach i wojsko otrzymuje je gotowe.

104. Kształt i wymiar ładunków określa się: rozporządzalną ilością materiałów wybuchowych, siłami roboczymi, czasem oraz właściwościami wysadzanego obiektu i rozmieszczeniem ładunków.

Ładunki zależnie od kształtu bywają: skupione, wydłużone i mieszane.

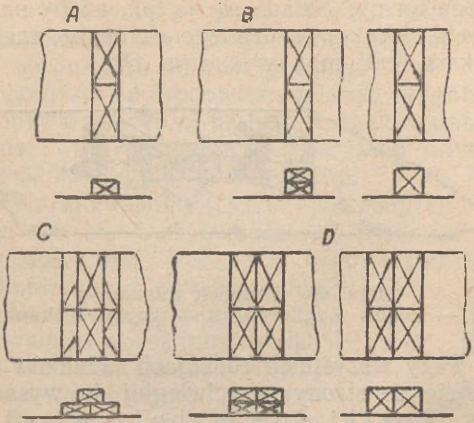
Ładunki skupione (rys. 57) powinny być zbliżone do kształtu sześcianu lub cylindra o wysokości nie większej od trzech średnic lub szerokości ładunku.



Rys. 57. Skupiony ładunek z kostek mat. wyb. owinięty w płótno:
1 — lont prochowy; 2 — osznurowanie

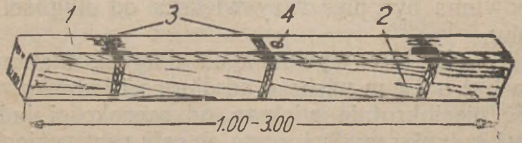
Ładunki wydłużone składają się z jednego lub kilku rzędów kostek ułożonych ściśle jedna koło drugiej.

Wysokość ładunku nie powinna być większa od jego szerokości, co osiąga się przez odpowiednie rozmieszczenie kostek (rys. 58).



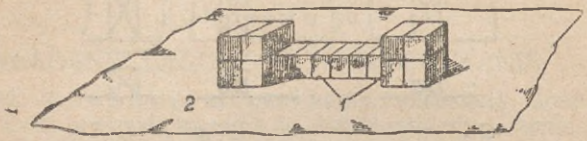
Rys. 58. Rozmieszczenie małych i dużych kostek trotylowych w ładunkach wydłużonych:
A — jeden rząd małych kostek; B — dwa rzędy małych lub 1 rząd dużych kostek; C — trzy rzędy małych kostek; D — cztery rzędy małych kostek lub dwa rzędy dużych

Ładunki wydłużone, dla wygody podczas przenoszenia i pracy, sporządza się o długości nie przekraczającej 3 m i o wadze nie większej niż 35 kg (rys. 59).



Rys. 59. Ładunki wydłużone w opakowaniu z płótna lub nieprzemakalnej tkaniny:
1 — tkanina; 2 — deska; 3 — sznurek; 4 — otwór w opakowaniu na wprost otworu na spłonkę

Ładunki mieszane stosuje się wyłącznie przy wysadzaniu belek stalowych i części składowych mostowych kratownic stalowych i dlatego posiadają one różne formy. Składa się je tak, ażeby naprzeciw grubszych części wysadzanego elementu znajdowała się większa ilość mat. wyb. (rys. 60).



Rys. 60. Ładunek mieszany:
1 — kostki mat. wyb.; 2 — kawałek tkaniny

105. Przy wszystkich rodzajach ładunków spłonki wkłada się ze strony przeciwległej do wysadzanego obiektu. Kostki lub naboje wiertnicze, w które wkłada się spłonki, noszą nazwę naboi zapałowych.

106. W zależności od posiadanych środków i charakteru robót ładunki mogą być umieszczone w opakowaniu z tkaniny, drzewa lub metalu.

Opakowania ładunków z tkaniny bywają gotowe lub przygotowuje się je na miejscu.

Dla ładunków skupionych długość i szerokość tkanin powinna być pięć razy większa od długości boku ładunku.

Dla ładunków wydłużonych długość tkaniny powinna być o 0,6 m większa od długości ładunku, a szerokość pięciokrotnie większa od szerokości ładunku. Wzdłuż ładunku wydłużonego, w celu usztywnienia go, kładzie się deskę i związuje razem z ładunkiem w odstępach co 20—30 cm. Co 0,5 m, wzdłuż ładunku, zakłada się spłonki. Dla oznaczenia miejsc na spłonki

robi się otwory w opakowaniu ładunku, przez które do otworów na spłonki naboi zapałowych wkłada się drewniane kołeczki.

Sproszkowane mat. wyb., jak również mat. wyb. nieodporne na wilgoć, umieszcza się w opakowaniu chroniącym od zawilgocenia.

W zależności od środowiska (piasek, wilgotna ziemia, woda) i właściwości mat. wyb. opakowania mogą być różne; worki osmołowane, skrzynki drewniane, beczułki, bańki metalowe, butelki itp.

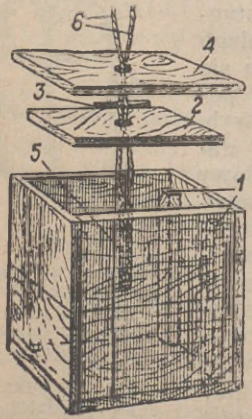
107. **Worki z tkaniny** (rys. 61) potrzebnych rozmiarów, wyrabia się w zależności od wielkości ładunków i gęstości mat. wyb., przy czym bierze się pod uwagę konieczność zawiązywania worka. Worek uszyty smołuje się. Do osmołowania worek musi być suchy; po napełnieniu go suchymi trocinami, sianem lub słomą itp. worek smołuje się z zewnątrz i, po ostygnięciu smoły, usuwa się z niego trociny a następnie załadowuje się mat. wyb. Przy załadowaniu początkowo wsypuje się mat. wyb. do połowy objętości ładunku, następnie kładzie się nabój zapałowy z zapalnikiem lontowym lub zapalnikiem elektrycznym i wsypuje się drugą połowę, po czym otwór worka zawiązuje się ściśle szpagatem i zalewa półzastygłą smołą. Następnie gardziel worka jeszcze raz przewiązuje się i z wierzchu ponownie zalewa smołą. Po osmołowaniu gardzieli worek kilkakrotnie owiązuje się sznurami i dla wygody przenoszenia sporządza się uchwyt.

Rys. 61.

Ładunek skupiony ze sproszkowanego mat. wyb. w worku z tkaniny:

1 — worek;
2 — gardziel;
3 — osznurowanie;
4 — przewody

108. Skrzynki drewniane (rys. 62) sporządza się z suchych desek i zbija gwoździami. Kształt skrzynki: podstawa — kwadrat, a wysokość o 7 cm większa od boku podstawy. Skrzynka powinna mieć dwa wieczka: zewnętrzne i wewnętrzne z 5 cm odstępem między nimi. Wewnątrz skrzynki, po rogach, powinny być przybite listewki — narożne wzmacniacze, na których opiera się wewnętrzne wieczko. W obydwu wieczkach przewierca się otwory w celu przepuszczenia lontów lub przewodów. Szpary skrzynki starannie uszczelnia się pakułami a następnie osmołowuje; kostki mat. wyb. układa się w skrzynce ściśle warstwami. Nabój zapałowy umieszcza się w środku górnej warstwy mat. wyb.; nie powinien on mieć możliwości przesuwania się w skrzynce przy dowolnym jej położeniu; szpary między ściankami, wewnętrznym wieczkiem skrzynki i mat. wyb. zapełnia się pakułami, szmatami, sianem, piaskiem itp.



Rys. 62. Skrzynka na ładunek:
1 — listwy narożne podtrzymujące wewnętrzne wieczko; 2 — wieczko wewnętrzne; 3 — kołeczek; 4 — wieczko zewnętrzne; 5 — zapalnik elektryczny; 6 — przewody

Złącza przewodu minerskiego z przewodami zapalnika elektrycznego powinny znajdować się między

wieczkami, a na zewnątrz skrzynki powinien być wyprowadzony tylko przewód minerski. Przewody zapalnika elektrycznego, mieszczącego się we wnętrzu skrzynki, nie powinny być napięte, a w celu zapobieżenia możliwości wysunięcia się zapalnika elektrycznego z mat. wyb. przywiązuje się poprzeczny kołeczek do przewodu minerskiego między wieczkami. Po załadowaniu skrzynki górne wieczko przybija się gwoździami, szpary uszczelnia się pakułami i zalewa na pół zastygłą smołą.

Przy załadowaniu skrzynki sproszkowanym materiałem wyb. początkowo zapełnia się ją do połowy; następnie wkłada się nabój zapałowy, zapalnik lontowy lub zapalnik elektryczny z przyłączonymi przewodami, po czym wsypuje się drugą połowę mat. wyb. i wykańcza skrzynkę wg wskazówek wyżej opisanych.

109. Beczułki na ładunki używa się gotowe; przesusza się je i osmołowuje wewnątrz i z zewnątrz. Otwór do ładowania wycina się w dnie beczułki i przykrywa wieczkiem, do którego wkłada się tulejkę posiadającą żłobki lub kanały w celu wyprowadzenia przewodów lub lontów.

Przy ładowaniu beczułek, które mają być użyte jako miny pływające, wypełnia się je mat. wyb. tylko od $^1/_3$ — $^1/_2$ ich objętości, ażeby mina posiadała dostateczną wyporność. Aby mat. wyb. nie przesuwał się w beczułce, przyciska się go z góry za pomocą płytek, krzyżownic itp. Po zakończeniu ładowania mat. wyb. otwór załadowczy w dnie zamyka się wieczkiem z tulejką przeznaczoną do wyprowadzenia przewodów lub lontów.

Znajdujące się w tulejce żłobki przedtem wypełnia się smarem i do niego wciska się przewód lub lont przymocowując go do wieczka tulejki szpagatem; na-

stępnie tulejkę wstawia się na miejsce i starannie pokrywa się smarem i pakiem. Całe dno grubo pokrywa się smołą. Kiedy smoła zastygnie, beczułkę obwiązuje się linką z dwoma uchwytami — z góry i z dołu — dla wygody przenoszenia i przywiązywania balastu przy wysadzaniach podwodnych. Przewody przywiązuje się do osznurowania w ten sposób, aby nie wisiały na złączach.

110. Osmołowania drewnianego opakowania ładunków dokonuje się pakiem z 20% domieszką tłuszczu lub rzadkiej smoły. Mieszaninę tę rozgrzewa się w kotle na niedużym ogniu; z początku roztapia się tłuszcz, następnie wrzuca się do niego rozdrobioną na kawałki smołę i wszystko to miesza się nie dopuszczając do zagotowania. Jeżeli tłuszczu nie ma, to z początku wlewa się rzadką smołę, rozgrzewa się ją na niedużym ogniu a następnie dodaje się pak i miesza nie dopuszczając do zagotowania. Zamiast paku można używać zwykłą smołę z tłuszczem, dodając do niej 16% wapna lub suchego popiołu, starannie rozcierając mieszaninę, ażeby nie było grudek i nie dopuszczając do zagotowania. Nierówności i pęcherzyki na osmołowywanej powierzchni należy wygładzać jakimkolwiek rozgrzanym przedmiotem metalowym.

111. **Bańki metalowe** bywają gotowe lub sporządza się je w kształcie cylindrów z blachy żelaznej. Szwy baniek powinny być zlutowane a bańki wewnątrz osmołowane. Bańkę zamyka się wieczkiem, w które wlutowana jest rurka o średnicy 3—5 cm w celu wyprowadzenia na zewnątrz przewodu lub lontu.

Ładowania baniek mat. wyb. dokonuje się tak samo jak i skrzynek. Nie wolno zalutowywać wieczka po załadowaniu bańki. Wieczka uszczelnia się minią. Minią również zalewa się rurkę, przez którą przecho-

dzą przewody zapalnika elektrycznego lub lont, albo uszczelnia się ją osmołowanym korkiem, przez który przepuszczone są przewody lub lont. Jako opakowania dla ładunków mogą być stosowane bańki po mleku, niewypełnione mat. wyb. łuski pocisków artyleryjskich, balony po kwasie węglowym, rury gazowe z wkręconymi korkami itp.

112. Specjalne ładunki komulatywne służą do przebijania kopuł lub płyt pancernych i strzelnic, ścian schronów żelbetowych jak również kamiennych i ceglanych murów. Działaniem swoim ładunki komulatywne powodują unieszkodliwienie załogi i sprzętu ogniowego.

Ładunek komulatywny o wadze 10 kg (rys. 63) składa się z półkolistego korpusu sporządzanego z blachy żelaznej; u podstawy jego znajduje się wydrążenie w formie półkuli.

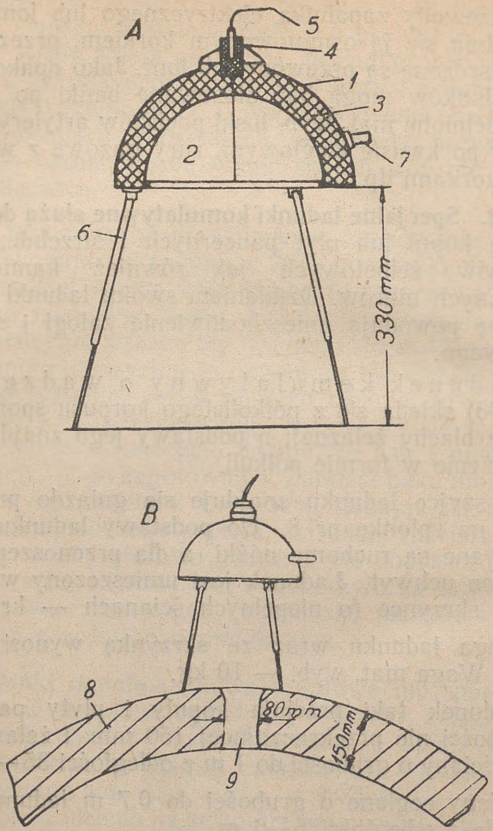
W szyjce ładunku znajduje się gniazdo przeznaczone na spłonkę nr 8. Do podstawy ładunku przymocowane są ruchome nóżki, a dla przenoszenia posiada on uchwyt. Ładunek jest umieszczony w drewnianej skrzynce (o niepełnych ścianach — kratach).

Waga ładunku wraz ze skrzynką wynosi około 20 kg. Waga mat. wyb. — 10 kg.

Ładunek taki przebija kopuły i płyty pancerne o grubości nie przekraczającej 150 mm i żelazobetonowe ściany o grubości do 1 m z odległości 35—40 cm.

Ściany ceglane o grubości do 0,7 m ładunek taki przebija z odległości 5—6 m.

Detonację ładunku wywołuje się ogniowym lub elektrycznym sposobem zapalenia.



Rys. 63. Ładunek komulatywny o wadze 10 kg: A — przekrój; B — ładunek ustawiony na kopule pancernej; 1 — metalowa powłoka ładunku; 2 — wewnętrzna wolna przestrzeń ładunku; 3 — ładunek mat. wyb.; 4 — detonator pośredni; 5 — zapalnik lontowy; 6 — nóżki; 7 — uchwyt do przenoszenia; 8 — kopuła pancerna; 9 — przebicie w kopule pancernej (po detonacji ładunku)

ROZDZIAŁ IV

PRZEPISY BEZPIECZEŃSTWA PRZY PRACACH MINERSKICH

113. Przy wszelkiego rodzaju pracach minerskich zachowuje się następujące ogólne środki ostrożności:

a) w czasie prac minerskich nieodzownym warunkiem bezpieczeństwa jest zachowanie porządku i ścisłe stosowanie się do przepisów niniejszej instrukcji;
b) wszyscy dowódcy i szeregowi, wyznaczeni do przeprowadzenia prac minerskich, powinni być zaznajomieni z mat. wyb., środkami zapalającymi, ich właściwościami i przepisami obchodzenia się z nimi;
c) na każdą oddzielną pracę wyznacza się dowódcę odpowiedzialnego za udanie się wybuchu i prawidłowe kierowanie pracami;
d) każdy szeregowy oddziału dokonującego wysadzania powinien posiadać pełną świadomość co ma wykonać i w jaki sposób;
e) miejsce wysadzania powinno być otoczone łańcuchem posterunków na takiej odległości, jak tego wymaga rozrzut odłamków wysadzanego przedmiotu, kamieni, brył gruntu itp. (pas bezpieczeństwa); łańcuch posterunków wystawia się i ściąga na rozkaz lub na sygnał;
f) początek i przerwanie pracy ustala się rozkazem lub sygnałem dowódcy;

g) miejsce i odległość, na którą należy oddalać się w czasie wysadzania, są określane przez dowódcę;
h) nie wolno dopuszczać osób postronnych i zbędnych do miejsca pracy;
i) przy pracach ze środkami wybuchowymi zachowuje się przepisy wydane dla każdego rodzaju środków;
j) spłonki, zapalniki lontowe, zapalniki elektryczne przechowuje się oddzielnie od mat. wyb. i w pewnej odległości od miejsca prac, pod ochroną, doglądem i odpowiedzialnością dowódcy prac;
k) gotowe ładunki mat. wyb. i spłonki do czasu ich użycia powierza się opiece warty;
l) do naboi zapałowych wkłada się spłonki i zapalniki elektryczne po uprzednim utwierdzeniu ładunków na miejscu;
ł) w czasie pracy z mat. wyb. i środkami zapalającymi palenie tytoniu jest wzbronione;
m) nie wolno zapalać ognia i ognisk bliżej niż 50 m od miejsca przeprowadzania prac z mat. wyb. i środkami zapalającymi;
n) nie wolno wykonywać prac z mat. wyb. i środkami zapalającymi w pomieszczeniach zamieszkałych.

114. Przy zapalaniu sposobem ogniowym należy:

a) otrzymawszy lont prochowy upewnić się o jego normalnej szybkości palenia; w tym celu odcina się z każdego krążka 60 cm lontu i sprawdza się za pomocą zegarka szybkość jego palenia;
b) należy prowadzić ścisłą ewidencję zapalników lontowych i spłonek i wydawać je tuż przed wkładaniem do ładunku;
c) prowadzić ewidencję zdetonowanych ładunków (jeżeli którykolwiek ładunek zawiódł, podejść do niego wolno dopiero po upływie 15 minut licząc od momentu, kiedy według wyliczenia powinna nastą-

pić detonacja, ponieważ zdarza się, że rdzeń lontu prochowego gaśnie a powłoka lontu tli się w dalszym ciągu);

d) do ładunku, który nie zdetonował, powinien podchodzić tylko jeden człowiek, który przy zbliżeniu się powinien obserwować, czy nie ma oznak palenia się lontu lub mat. wyb.;

e) przy zapalaniu lontem prochowym ilość ludzi do zapalania (zapalających) ustala się w zależności od odległości między ładunkami, odległości od miejsca ukrycia się i długości zapalników lontowych; zapalanie więcej niż pięciu zapalników lontowych przez jednego człowieka jest niedopuszczalne;

f) zapalania dokonywać na komendę, sygnał lub na specjalny rozkaz dowódcy oddziału minerskiego; przy tym zawsze powinna być ustalona forma zapowiedzi wydawanej przed samym rozkazem w celu przygotowania się wszystkich zapalających do zapalania;

g) po zapaleniu odejście powinno nastąpić z chwilą upewnienia się, że zapalnik lontowy został istotnie zapalony lub na komendę (sygnał) „Odchodź"; pozostały czas palenia się lontu powinien dać możność bezpiecznego odejścia wszystkich zapalających do miejsca ukrycia się lub na bezpieczną odległość; po podaniu komendy „Odchodź" wszyscy zapalający, nawet ci, którzy nie zdążyli zapalić swoich zapalników lontowych, odbiegają do miejsc ukrycia się lub na bezpieczną odległość;

h) lontu, który został zapalony a zgasł lub nie dopalił się do końca, powtórnie zapalać nie wolno;

i) przy dużych i ważnych ładunkach założonych w ziemi lub w miejscach trudno dostępnych należy dublować zapalniki lontowe.

115. Przy pracy z lontem wybuchowym należy:

a) nie zapalać lontu wybuchowego;
b) przestrzegać, by w czasie prac lont znajdował się w cieniu (to samo dotyczy naboi zapałowych);
c) jeżeli nie nastąpiła detonacja ładunków połączonych lontem wybuchowym należy pamiętać, że możliwe jest, iż detonacja przeszła w palenie i lont w tym wypadku może ponownie zdetonować; dlatego nie wolno podchodzić do takich ładunków przed upływem dwóch godzin;
d) sieci z lontu wybuchowego, będących pod działaniem promieni słonecznych, nie można rozbierać, a należy je niszczyć (wysadzać).

116. Przy zapalaniu elektrycznym należy:

a) wkładać zapalniki elektryczne do odsłoniętych ładunków po zakończeniu wszystkich przygotowawczych robót i tylko na rozkaz dowódcy oddziału minerskiego; przy tym zbędni ludzie powinni być usunięci od ładunków, a końce przewodów odcinkowych sieci elektrycznej powinny być odłączone od przewodów głównych i zaizolowane;
b) przed ukończeniem prac i odejściem ludzi od ładunków nie wolno włączać źródła prądu do przewodów głównych;
c) przed burzą należy odłączać przewody odcinkowe od głównych, końce przewodów odcinkowych rozchylać na boki i starannie je izolować;
d) przy budowie sieci elektrycznej przewidywać stosowanie środków ochrony jej przed wpływem wyładowań atmosferycznych zgodnie z pkt. 89—100;
e) nie prowadzić przewodów prowadzących do ładunków w odległości mniejszej niż 200 m od stacji elektrycznych (elektrowni), podstacji, linii wysokiego napięcia, linii kolei elektrycznych i radiotelegrafu;

f) klucze od zapalarek przechowywać u dowódcy oddziału minerskiego, a źródła prądu (zapalarki, ogniwa, baterie itd.) trzymać pod ochroną posterunku; klucze wydawać wysadzającemu dopiero przed samym momentem wysadzania;

g) przed włączeniem omometru do sieci, w celu jej sprawdzenia, uprzednio upewnić się o sprawności działania omometru (bezpieczne natężenie prądu) przez włączenie jednego zapału elektrycznego;

h) w wypadku, gdy ładunek nie zdetonuje, można podejść do niego po upływie 15 minut;

i) kontroli sieci dokonywać po usunięciu wszystkich osób z miejsc rozmieszczenia ładunków;

j) końce głównych (magistralnych) przewodów znajdujące się na stacji minerskiej powinny być zaizolowane i zaopatrzone w tabliczki określające do której grupy ładunków prowadzi dany przewód główny (magistralny).

117. Przy zapalaniu za pomocą przeniesienia detonacji należy przestrzegać, aby iskry od zapalanej zapałki i od lontu prochowego (w początku jego palenia) nie mogły wpaść do odkrytych spłonek znajdujących się w biernych ładunkach.

118. Przy załadowywaniu otworów wiertniczych i komór minowych należy:

a) przeczyszczać otwory wiertnicze przed wprowadzeniem do nich kostek lub naboi mat. wyb.;

b) kostki i naboje mat. wyb. dopychać w otwór jedynie drewnianym drążkiem (na końcu drążka może być nasadka miedziana lub mosiężna) lub opuszczać je przy użyciu szpagatu, sznurka; używanie lontu prochowego, jak również przewodów zapalnika elektrycznego do umocowywania naboi mat. wyb., jest zabronione;

c) komory minowe wykonane drogą wysadzania nie mogą być załadowywane przed upływem 30 minut (w tym celu, by komora ostygła po pierwszym wybuchu).

119. Przy wysadzaniu mostów należy:

a) stację minerską umieszczać nie bliżej 200 m od wysadzanego mostu;

b) przed ukończeniem wszystkich prac przygotowawczych (do czasu przerwania ruchu po moście) nie wolno wkładać zapalników elektrycznych do ładunków, a należy przywiązywać je z dala od ładunków, w przybliżeniu w odległości 1 m;

c) zapalniki elektryczne wkłada się na osobisty rozkaz dowódcy oddziału minerskiego (pracę tę wykonują szeregowi z grupy umieszczających ładunki); chwila wkładania zapalników elektrycznych zależna jest od miejscowych warunków i sytuacji bojowej; przedwczesne wkładanie zapalników elektrycznych do ładunków jest wzbronione, aby zapobiec działaniu wyładowań atmosferycznych na sieć elektryczną;

d) sieć lontu wybuchowego należy układać w ten sposób, ażeby w wypadku ognia artyleryjskiego lub bombardowania z powietrza zdetonowanie sieci nie pociągnęło za sobą wysadzenia mostu; w tym celu spłonek umocowanych na końcach lontu wybuchowego nie należy przedwcześnie wkładać do ładunków, a sieć lontu wybuchowego nie powinna przebiegać bliżej niż 1 m od ładunków.

120. Przy sporządzaniu fugasów należy:

a) izolować końce głównych przewodów dochodzących do grup fugasów i, zachowując niezbędny luz, umieszczać je na odległości nie mniejszej niż 10 m od linii ładunków;

b) jeśli stosuje się tablicę rozdzielczą, uprzednio sprawdzić ją, czy nie ma niepożądanych połączeń oddzielnych grup między sobą na przewodność w momencie włączania i brak przewodności przy wyłączaniu poszczególnych guzików kontaktowych (próby dokonuje się omometrem lub przez spowodowanie detonacji zapalnika elektrycznego);
c) przy zasypywaniu dołów należy początkowo wrzucać ziemię na ściankę dołu leżącą naprzeciw ładunku tak długo, dopóki ładunek nie pokryje się do grubości 20—30 cm ziemią łagodnie narastającą wskutek zasypywania przeciwległej ścianki dołu;
d) miejsca minowane i miejsca oddzielnych ładunków oznaczać w terenie umówionymi znakami uprzedzając o tym własne oddziały;
e) przy opuszczaniu zaminowanego terenu wysadzać fugasy lub rozminowywać teren (jeśli to jest niemożliwe lub niecelowe, należy przekazywać plan zaminowanego odcinka i sam odcinek dowódcy obejmującemu dany teren).

121. Przy wysadzaniu gruntów szczególnie twardych brać pod uwagę, że rozrzut kamieni jest możliwy na odległość do 300 m. Przy silnym wietrze odległość ta zwiększa się o 25—50%.

122. Przy wysadzaniu linii kolejowych należy liczyć się z tym, że odłamki lecą w kierunku przeciwnym umiejscowieniu ładunku do 500 m, a wzdłuż kierunku toru i w kierunku strony, po której mieści się ładunek — do 200 m.

123. Przy likwidacji lub zdjęciu niezdetonowanych ładunków z otworów wiertniczych należy:
a) ładunki umieszczone w otworach wiertniczych lub szczelinach detonować za pomocą ładunku umieszczonego w sąsiednim otworze wiertniczym, wykonanym obok otworu, który nie zdetonował, w odległości 20—30 cm, lub wymywać wodą (przy

stosowaniu sproszkowanego mat. wyb. umieszczonego w otworach wiertniczych bez opakowania); zabrania się wydłubywać lub wyjmować ładunki z otworów wiertniczych (szczelin), wyciągać zapalniki elektryczne i zapalniki lontowe;

b) ładunki umieszczone w komorach, wykopach, studniach usuwać drogą podejścia do komory (wykopu, studni) wzdłuż ściany, przeciwległej tej z której są wyprowadzone przewody zapalników elektrycznych lub lonty wybuchowe i prochowe. Przy usuwaniu uszczelnienia — ziemi, muru itp. — odspajać je ostrożnie, cienkimi warstwami bacząc, by narzędziem nie uderzyć w ładunek mat. wyb., a szczególnie w spłonkę lub lont wybuchowy.

Przy usuwaniu ładunku należy wyjmować po kolei oddzielne kostki (naboje wiertnicze); przewodów zapalnika elektrycznego nie wolno naciągać.

ROZDZIAŁ V

WYSADZANIE DRZEWA I KONSTRUKCJI DREWNIANYCH

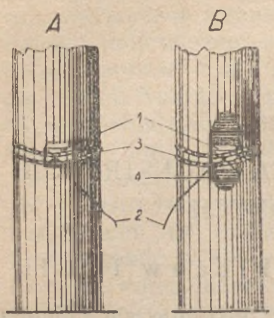
A) Wysadzanie kloców i pali

124. Wysadzania kloców dokonuje się ładunkami wolno przyłożonymi lub ładunkami wiertniczymi.

Wielkość ładunku wolno przyłożonego określa się dla drzewa średniej twardości (sosna, jodła) w zależności od średnicy kloca; waga (w gramach) ładunku **mat. wyb. o normalnej sile wybuchu równa się kwadratowi średnicy kloca w centymetrach;** gatunki twarde (dąb, klon, buk, jesion, brzoza) wymagają ładunków zwiększonych 1,5—2 razy; przy gatunkach miękkich (osika) daje się ładunek zmniejszony o 20%; zwiększa się ładunek 1,5—2 razy dla drzewa świeżo ściętego i drzew na pniu jak również dla kloców o średnicy 40 cm i więcej. Ładunki mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu należy we wszystkich wypadkach zwiększać dwukrotnie.

Przykład. Należy wysadzić ładunkiem wolno przyłożonym z mat. wyb. o normalnej sile wybuchu dąb na pniu o średnicy 30 cm. Określamy wagę ładunku mat. wyb.

30×30 = 900 g; uwzględniając twardość i świeżość drzewa zwiększamy wagę całego ładunku trzykrotnie i otrzymujemy 2700 g (siedem dużych trotylowych kostek).



Rys. 64.
Wysadzanie kloca ładunkiem wolno przyłożonym:
A — umocowanie ładunku bez ociosania drzewa; B — z ociosaniem; 1 — ładunek; 2 — zapalnik lontowy; 3 — szpagat; 4 — zacios

Ładunek przywiązuje się tak, aby ściśle przylegał do kloca (rys. 64).

Chcąc uzyskać określony kierunek upadku drzewa, ładunek należy przywiązywać z tej strony, w którą zamierzamy powalić drzewo.

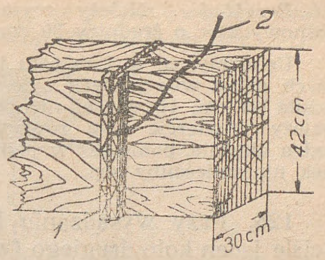
Ładunek do wysadzania kantówki z drewna średniej twardości należy liczyć biorąc **1 g mat. wyb. o normalnej sile wybuchu na 1 cm² przekroju kantówki** i umieszczać go **na szerszym boku kantówki** tak, ażeby pokrywał **całą szerokość boku kantówki.**

Belkę złożoną z dwu kantówek przy obliczaniu ładunku należy przyjmować jako jedną całą kantówkę (rys. 65).

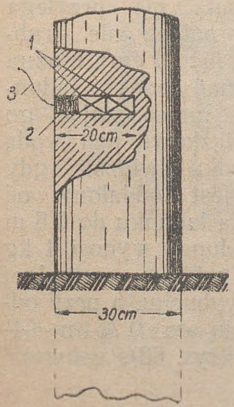
Przykład. Należy wysadzić ładunkiem mat. wyb. o normalnej sile wybuchu belkę szerokości 30 cm i wysokości 42 cm (rys. 65). Określamy ładunek mat. wyb. 30×42 = 1260 g (cztery duże kostki trotylowe).

Przy wysadzaniu pod wodą ładunek wolno przyłożony zmniejsza się dwa razy.

Przy wysadzaniu ładunkiem umieszczonym w otworze wiertniczym (rys. 66) **wielkość ładunku zmniejsza się dziesięciokrotnie w porównaniu z ładunkiem wolno przyłożonym dla odpowiedniego gatunku drzewa.** Otwór wiertniczy wywierca się wzdłuż średnicy kloca na głębokość nie większą niż $^2/_3$ grubości kloca. W grubych klocach, w celu uzyskania dostatecznego miejsca na umieszczenie ładunku i przybitki, otwór wierci się ukośnie w dół lub wierci się dwa równoległe otwory, wysadzane jednocześnie za pomocą lontu wybuchowego.



Rys. 65. Wysadzanie drewnianej belki złożonej wolno przyłożonym wydłużonym ładunkiem:
1 — ładunek wydłużony;
2 — zapalnik lontowy



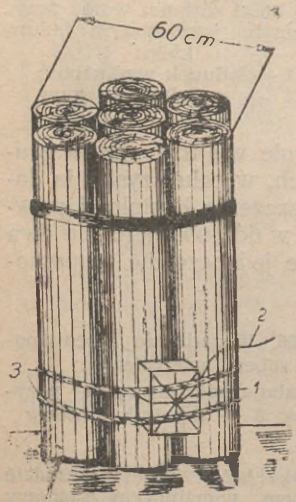
Rys. 66. Wysadzanie kloca sposobem wiertniczym:
1 — naboje wiertnicze; 2 — przybitka; 3 — zapalnik lontowy

Przykład 1. Należy wysadzić sposobem wiertniczym sosnowy pal o średnicy 30 cm (rys. 66). Określamy wagę ładunku: $30 \times 30 : 10 = 90$ g, tj. potrzebne są dwa trotylowe naboje wiertnicze; długość ładunku wiertniczego będzie wynosiła 14 cm, tj. mniej niż połowę średnicy pala; dlatego też wystarczy jeden poziomy otwór wiertniczy.

Przykład 2. Należy wysadzić sposobem wiertniczym sosnowy kloc o średnicy 80 cm.

Ustalamy, że w tym celu trzeba użyć dziewięć trotylowych naboi wiertniczych i że długość ładunku będzie wynosiła 63 cm, tj. więcej niż połowę średnicy pala; dlatego należy wywiercić dwa równoległe otwory wiertnicze lub jeden ukośnie, ponieważ w jednym poziomym otworze ładunek nie zmieściłby się.

125. Przy wysadzaniu kilku kloców ustawionych ściśle jeden koło drugiego (wiązki pali, jarzm, filarów), ładunek oblicza się: **80 g mat wyb. na 1 cm ogólnej największej średnicy całej wiązki** (rys. 67).



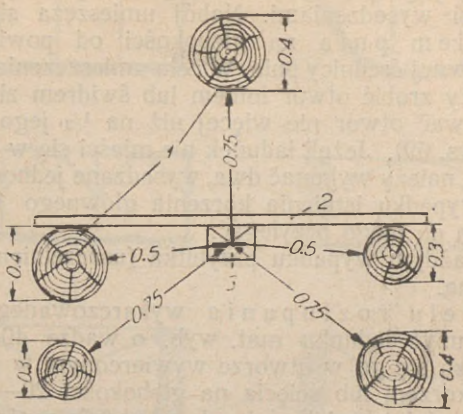
Rys. 67. Wysadzanie wiązki pali ładunkiem skupionym, umieszczonym nad wodą:

1 — ładunek skupiony; 2 — zapalnik lontowy; 3 — sznurek przytwierdzający ładunek

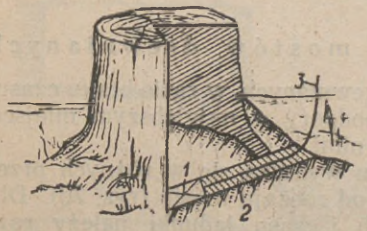
Przykład. Należy wysadzić nad wodą wiązkę sosnowych pali o średnicy 60 cm (rys. 67). Określamy ładunek: 60×80 = 4800 g (12 dużych kostek trotylowych).

Wysadzenie pali, w wypadku ich rozmieszczenia w grupach, gdy pal do pala nie przylega (przy palach nie grubszych niż 40 cm), można wykonać jednym ładunkiem umieszczając go obowiązkowo pod wodą pośrodku wiązki; gdy pal jest oddalony od środka ładunku do 0,5 m — ładunek wynosi 4 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu, a przy oddaleniu do 0,75 m — 8 kg (rys. 68).

Ładunek przytwierdza się za pomocą żerdzi, desek itp. przybijanych lub przywiązywanych do pali.



Rys. 68. Wysadzanie wiązki pali ładunkiem skupionym, umieszczonym pod wodą:
1 — pale; 2 — deska do przytwierdzenia ładunku; 3 — ładunek skupiony (8 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu)



Rys. 69. Wysadzanie pni i drzew z korzeniami:
1 — ładunek; 2 — przybitka; 3 — zapalnik lontowy

B) Karczowanie pni

126. Przy karczowaniu pni ładunek oblicza się: **10—20 g mat. wyb. o normalnej sile wybuchu na 1 cm średnicy pnia, mierzonej w płaszczyźnie cięcia.** Wiel-

kość ładunku jest zależna od świeżości pnia, gatunku drzewa, rozgałęzienia korzeni, gleby itp. i ustala się próbnymi wysadzeniami. Nabój umieszcza się pod środkiem pnia na głębokości od powierzchni ziemi równej średnicy pnia. W celu umieszczenia ładunku należy zrobić otwór łomem lub świdrem ziemnym i załadować otwór nie więcej niż na 1/3 jego głębokości (rys. 69). Jeżeli ładunek nie mieści się w jednym otworze, należy wykonać dwa, wysadzane jednocześnie.

W wypadku istnienia korzenia głównego ładunek powinien do niego przylegać.

W każdym wypadku przybitka (uszczelnienie) jest konieczna.

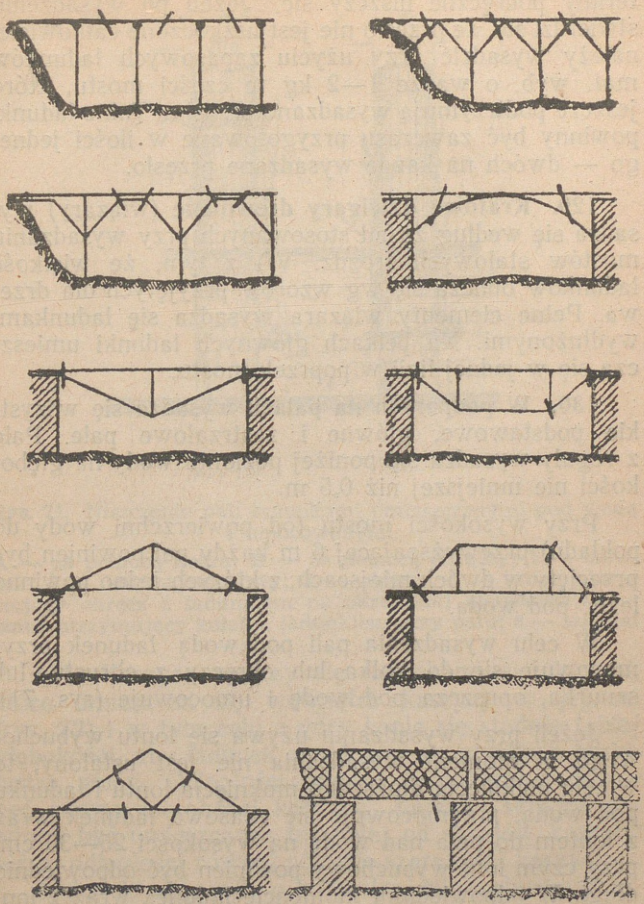
W celu rozłupania wykarczowanego pnia należy użyć ładunku mat. wyb. o wadze 40—80 g; umieszcza się go w otworze wywierconym w pniu od strony korzeni lub ścięcia na głębokości 20—50 cm, w zależności od wielkości pnia. Łupanie można również wykonać ładunkiem mat. wyb. o wadze 8 g na 1 cm średnicy pnia, umiejscowionym w nacięciu wykonanym toporem w miejscu rozwidlenia korzenia; przy tym konieczne jest uszczelnienie.

C) Wysadzanie mostów drewnianych

127. W mostach drewnianych, w razie braku czasu, wysadza się jedynie podpory w najgłębszym miejscu rzeki i przęsła między nimi.

128. Przęsła mostu wysadza się w różnych przekrojach, w zależności od rodzaju mostu (rys. 70). Dla oszczędności mat. wyb. i czasu **ładunki należy rozmieszczać w stykach oddzielnych elementów mostu. Po wysadzeniu nie powinny wystawać długie kloce i belki.**

Naruszone części mostu, jeśli czas na to pozwala, spławia się z prądem, a znajdujące się w pobliżu ma-



Rys. 70. Przekroje wysadzania przęseł w różnych typach mostów

teriały podręczne niszczy się. Jeżeli po wysadzeniu stwierdzi się, że przęsło nie jest uszkodzone całkowicie, należy wysadzić przy użyciu zapasowych ładunków mat. wyb. o wadze 1—2 kg te części mostu, które jeszcze podtrzymują wysadzane przęsło. Takie ładunki powinny być zawczasu przygotowane w ilości jednego — dwóch na każde wysadzane przęsło.

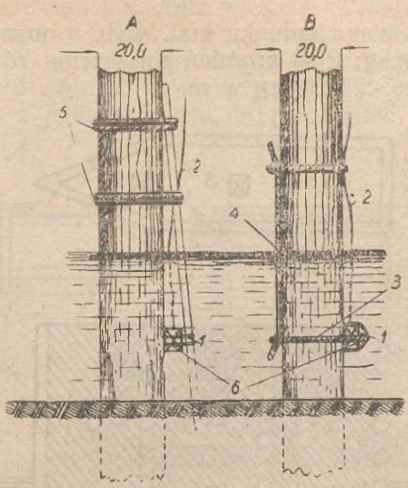
129. Kratowe dźwigary drewniane (wiązary) wysadza się według zasad stosowanych przy wysadzaniu mostów stalowych (rozdz. VI) z tym, że wielkość ładunków oblicza się wg wzorów przyjętych dla drzewa. Pełne elementy wiązara wysadza się ładunkami wydłużonymi. Na belkach głównych ładunki umieszcza się w jednej linii w poprzek mostu.

130. W podporach na palach wysadza się wszystkie podstawowe, główne i zastrzałowe pale. Pale z reguły wysadza się poniżej poziomu wody na głębokości nie mniejszej niż 0,5 m.

Przy wysokości mostu (od powierzchni wody do pokładu) przewyższającej 6 m każdy pal powinien być przecięty w dwóch miejscach, z których jedno powinno leżeć pod wodą.

W celu wysadzenia pali pod wodą ładunek przymocowuje się do kołka lub obręczy z chrustu lub sznurka, opuszcza pod wodę i umocowuje (rys. 71).

Jeżeli przy wysadzaniu używa się lontu wybuchowego a moment wysadzania nie jest ustalony, to w celu uniknięcia dłuższego moknięcia lontu i ładunku pod wodą, przymocowuje się czasowo ładunek wraz z lontem do pala nad wodą na wysokości 25—30 cm, przy czym lont wybuchowy powinien być odpowiednio długi. W odpowiednim momencie ładunek wraz z lontem opuszcza się pod wodę i przymocowuje w sposób wyżej opisany.



Rys. 71. Niszczenie pali ładunkami umieszczonymi pod wodą i umocowanymi:

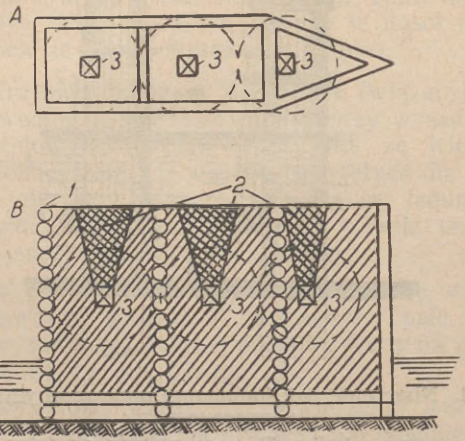
A — za pomocą kołka; B — za pomocą obręczy; 1 — ładunek; 2 — lont wybuchowy; 3 — obręcz; 4 — sznur utrzymujący obręcz z ładunkiem na określonej głębokości; 5 — sznur utrzymujący kołek z ładunkiem przy palu; 6 — szpagat

131. Kaszyce niszczy się ładunkami skupionymi, które umieszcza się wewnątrz kaszycy w jej osi (rys. 72) i w tym celu z góry kopie się studnię takiej głębokości, aby ładunek znajdował się możliwie blisko lustra wody. Odległości między ładunkami powinny być równe szerokości kaszycy. Ładunki skrajne powinny być umieszczone nie dalej od skrajów kaszycy niż w odległości równej połowie szerokości kaszycy.

Ładunek mat. wyb. o normalnej sile wybuchu przeznaczony do wysadzania kaszycy oblicza się według wzoru:

$$Ł = 3R^3,$$

gdzie Ł — waga ładunku mat. wyb. o normalnej sile wybuchu w kg; R — promień zniszczenia równy połowie szerokości kaszycy w m.

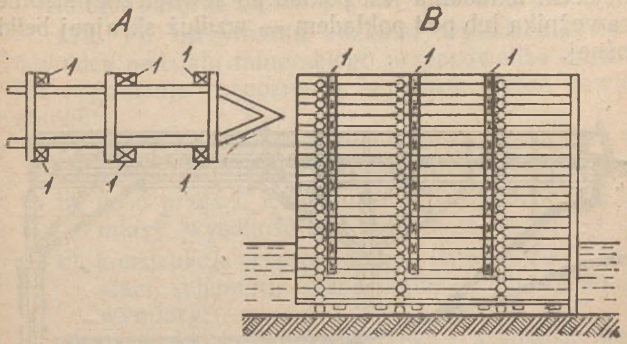


Rys. 72. Wysadzanie kaszycy ładunkami skupionymi:
A — plan; B — przekrój; 1 — zrąb kaszycy; 2 — studnie; 3 — ładunki skupione

Kaszycę można zniszczyć jednym skupionym ładunkiem umieszczonym w środku podpory na osi mostu. Ładunek oblicza się według tego samego wzoru, z tym że R bierze się równe połowie szerokości mostu (jezdni).

Przy braku czasu na wykonanie studni minerskich kaszyca może być wysadzana ładunkami wydłużonymi. W tym wypadku ładunki umieszcza się na zewnątrz, na dłuższych ściankach zrębu kaszycy — w miejscu przecięcia się ich ze ściankami poprzecznymi. Długość

ładunku powinna być nieco większa od nadwodnej wysokości kaszycy (rys. 73). Przy zrębie z kloców o grubości do 25 cm ładunki składa się z jednego rzędu małych trotylowych kostek, przy większych grubościach — z jednego rzędu dużych kostek.



Rys. 73. Wysadzanie kaszycy ładunkami wydłużonymi: A — plan; B — przekrój; 1 — ładunki

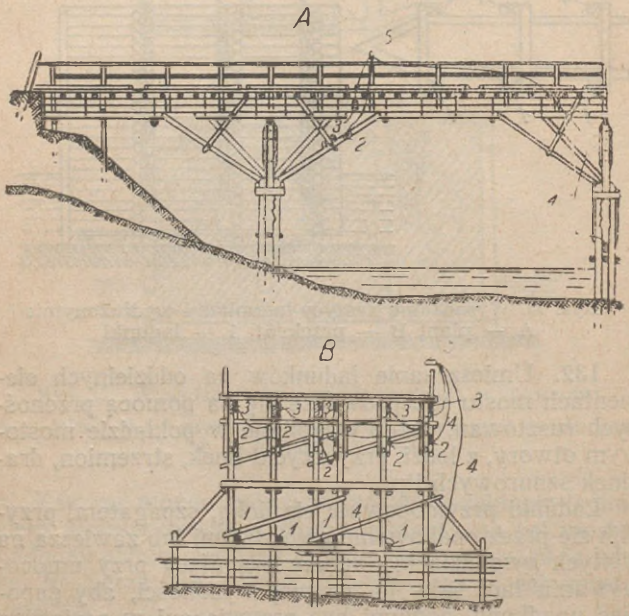
132. Umieszczanie ładunków na oddzielnych elementach mostu przeprowadza się za pomocą przenośnych rusztowań, przez wykonane w pokładzie mostowym otwory, z łodzi, przy użyciu linek, strzemion, drabinek sznurowych itp.

Ładunki przymocowuje się linką, szpagatem, przybija się przez opakowanie gwoździami lub zawiesza na wbitych gwoździach. Saperzy pracujący przy umocowywaniu ładunków na pewnej wysokości, aby zapobiec upadkowi, powinni być przywiązani w pasie liną umocowaną do najbliższej części mostu. Ładunki są podawane na lince opuszczanej przez saperów przytwierdzających ładunek.

Przy zakładaniu lontu wybuchowego i przewodów należy stosować środki

zabezpieczające przed ich uszkodzeniem w czasie ruchu na moście.

Układanie lontu wybuchowego i przewodów na jezdni i poręczach jest zabronione. Najdogodniejszym miejscem układania jest pokład po zewnętrznej stronie krawężnika lub pod pokładem — wzdłuż skrajnej belki nośnej.



Rys. 74. Wysadzanie mostu drewnianego:

A — przekrój podłużny mostu; B — przekrój poprzeczny; 1 — ładunki na palach; 2 — ładunki na zastrzałach; 3 — ładunki na belkach nośnych; 4 — lont wybuchowy; 5 — kostka zapałowa

Przewody między ładunkami, w celu uniknięcia silnego ich naprężenia i oderwania się od zapalników elektrycznych, należy obliczać z 10—15% zapasem długości i przywiązywać szpagatem do najbliższych części mostu. Przykład wysadzania jednej podpory i jednego przęsła mostu podany jest na rys. 74.

133. Po otrzymaniu rozkazu wysadzenia mostu dowódca oddziału minerskiego przeprowadza osobiście lub organizuje rozpoznanie saperskie, które powinno ustalić:

a) długość i szerokość mostu oraz największą wysokość mostu nad poziomem wody;
b) ilość przęseł, ich długość, ilość podpór, ich wymiary, wysokość nad poziomem wody;
c) konstrukcję przęseł i podpór (sporządza się w postaci schematu jedną linią) i ich zasadnicze wymiary;
d) największą głębokość rzeki i szybkość prądu;
e) istniejące brody, inne mosty i przeprawy znajdujące się w rejonie mostu podlegającego wysadzeniu i odległości do nich;
f) istniejące w pobliżu miejscowe środki przeprawowe (ile, gdzie i w jakiej odległości);
g) istniejące dogodne miejsca do urządzenia stacji minerskiej, polowego składu mat. wyb. i prac przygotowawczych;
h) możliwości podejścia nieprzyjaciela do mostu, stanowiska osłony bojowej dla zabezpieczenia prac jak również miejsca zaminowania podejść do mostu i skryte drogi odwrotu oddziału minerskiego. Meldunki tego rozpoznania powinny być dostarczone przed wyjściem oddziału minerskiego na miejsce robót.

134. Dowódca oddziału minerskiego, mając dostateczną ilość czasu, sporządza na podstawie własnego

rozpoznania lub danych rozpoznania ogólnego plan przewidywanych prac składający się z:

a) szkicu mostu z uwidocznionym miejscem rozmieszczenia ładunków, schematem sieci elektrycznej i sieci lontów wybuchowych;
b) obliczenia ładunków, ilości mat. wyb., siły roboczej, narzędzi, materiałów i czasu;
c) piśmiennie lub graficznie przedstawionej organizacji robót.

Na nieprzewidziane prace do obliczonej ilości mat. wyb., siły roboczej, podstawowych materiałów i narzędzi dodaje się 20—25%.

Nie mając dostatecznej ilości czasu dowódca oddziału, nie czekając na dane rozpoznania, sporządza **orientacyjne obliczenie wagi ładunków, licząc na 1 mb długości mostu 2 kg mat. wyb.;** podobnie orientacyjnie zestawia spis narzędzi i materiałów. Do orientacyjnie obliczonych liczb dodaje się 25—50% jako zapas.

Przeprowadziwszy orientacyjne obliczenia dowódca oddziału, zleciwszy swemu zastępcy pobranie materiałów, dowiezienie ich i przygotowanie oddziału, udaje się na miejsce prac, ażeby do czasu nadejścia oddziału przemyśleć i ustalić organizację pracy.

Do prac przygotowawczych przy wysadzaniu mostu z oddziału minerskiego wydziela się zastępy:

a) do sporządzania i pakietowania (przymocowywania) ładunków;
b) do prowadzenia sieci i założenia stacji minerskiej (dowódca tego zastępu jest jednocześnie zastępcą dowódcy oddziału minerskiego);
c) do prac pomocniczych.

Przy większej długości mostu mogą być utworzone dwa oddziały pracujące równocześnie z dwóch stron mostu pod kierownictwem jednego dowódcy.

We wszystkich wypadkach należy przewidzieć podwójny sposób zapalania ładunków.

Cała praca, mająca na celu przygotowanie mostu do wysadzenia, powinna być prowadzona tak, ażeby w wypadku jej przerwania (pojawienia się nieprzyjaciela, nagłego odwrotu) można było w każdej chwili wysadzić już przygotowaną do wysadzenia część mostu.

W czasie prac, jeżeli nie ma rozkazów przerwania ruchu na moście, dowódca oddziału wyznacza 1—2 ludzi z oddziału minerskiego w celu regulowania ruchu.

Po ukończeniu wszystkich prac przygotowawczych, jeżeli most nie ma być wysadzony natychmiast, dowódca oddziału wyznacza do jego ochrony wartę i okresowo, w zależności od okoliczności, przeprowadza z zachowaniem niezbędnej ostrożności sprawdzenie sieci zapalającej, ładunków i ich umocowania. Taką kontrolę przeprowadza się, zarówno w czasie robót przygotowawczych jak i po ich zakończeniu, jedynie na osobisty rozkaz dowódcy oddziału minerskiego.

Po dokonanym wysadzeniu dowódca oddziału minerskiego wysyła do dowódcy, który zarządził wysadzenie mostu, meldunek o wyniku wysadzenia.

135. Mosty drewniane, jeśli okoliczności i warunki na to zezwalają, niszczy się **przez spalenie.** Do tego celu konieczna jest dostateczna ilość materiału palnego (suchy chrust, wióry, smoła, nafta, butelki z płynem zapalającym, bomby zapalające itp.).

Podstawowym sposobem palenia drewnianych mostów jest rozkładanie przy podporach i wokół nich ognisk z chrustu, desek, drzewa, żerdzi, z wykorzystaniem materiału samego mostu (poręczy pomostu itp.).

Przęsła zapalają się od palących się podpór i zastrzałów. Dla zniszczenia mostów o drewnianych kratownicach (Hau, Taun i in.) w celu zapalenia konstrukcji przęsłowej również rozkłada się ogniska.

Należy unikać palenia mostów jedynie za pomocą

płynnego środka zapalającego, ponieważ przy takim sposobie most może się nie zapalić.

W czasie deszczu należy koniecznie osłaniać ogniska dyktą, blachą żelazną, deskami.

Dla spotęgowania ciągu w odpowiednich miejscach pokładu robi się otwory.

Na przygotowanie każdej podpory do spalenia należy przewidzieć do 1 rob./godziny.

Podpalenie należy rozpocząć nie później niż na 30 minut przed podejściem nieprzyjaciela.

W zależności od wysokości mostu, na każdą podporę potrzeba od 0,5 do 1,5 m^3 drzewa.

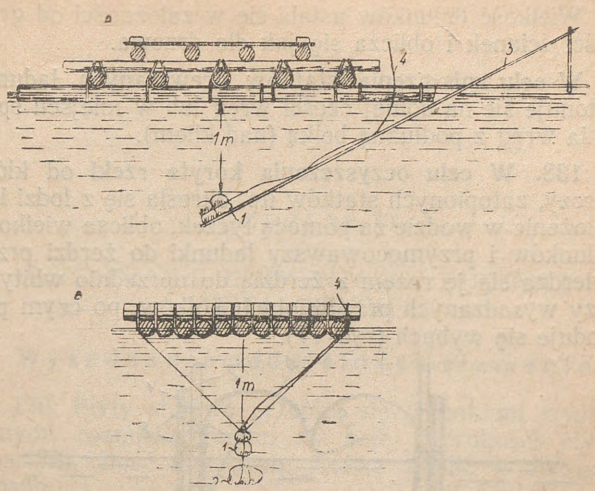
Palenie drewnianych mostów z równoczesnym wysadzeniem i zaminowaniem znajdujących się w wodzie części podpór powoduje skuteczniejsze zniszczenie uniemożliwiające wykorzystanie resztek mostu do jego odbudowy.

D) Wysadzanie tratew, statków i czyszczenie koryta rzeki

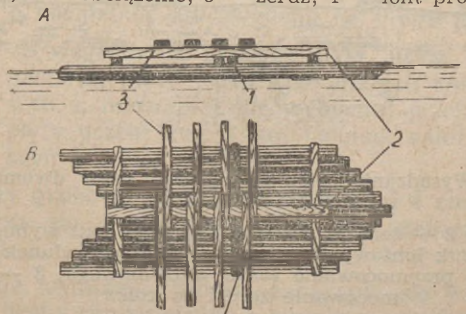
136. Tratwy wysadza się ładunkiem skupionym o wadze około 8 kg. Ładunek wprowadza się pod tratwę od czoła za pomocą tyk lub sznurów (rys. 75). Odległość ładunku od dolnej powierzchni tratwy wynosi około 1 m; w tym wypadku promień rozrzutu odłamków tratwy osiąga 200 m.

Tratwa również może być przebita ładunkiem wydłużonym składającym się, dla jednowarstwowej tratwy, z jednego rzędu dużych kostek mat. wyb. W tym wypadku ładunki umieszcza się na klocach z góry, w poprzek tratwy (rys. 76). Tratwa zostaje przepołowiona; przy tym promień rozrzutu odłamków bywa niewielki.

137. W celu zatopienia statków drewnianych z jednoczesnym nieznacznym ich uszkodzeniem ładunki detonuje się na ścianach statków między wręgami.



Rys. 75. Wysadzanie tratwy ładunkiem skupionym: A — ładunek na żerdzi; B — ładunek na sznurze; 1 — ładunek; 2 — obciążenie; 3 — żerdź; 4 — lont prochowy

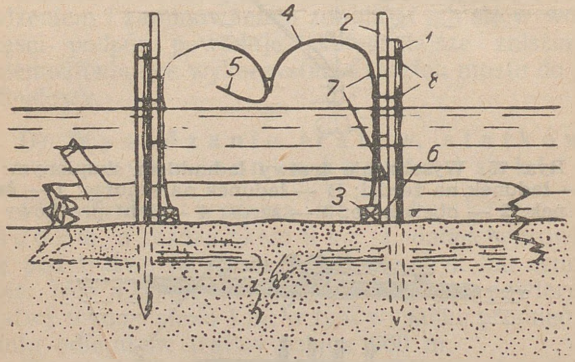


Rys. 76. Wysadzanie tratwy, służącej jako podpora mostu, ładunkiem wydłużonym:
A — przekrój; B — plan; 1 — ładunek; 2 — poprzeczki; 3 — belki nośne

Wielkość ładunków ustala się w zależności od grubości ścianek i oblicza się jak dla drzewa.

W celu zniszczenia statków drewnianych ładunki detonuje się na dolnej części wręg lub w miejscu spojenia wręg z podłużną belką (nad kilem).

138. W celu oczyszczenia koryta rzeki od kłód, karczy, zatopionych statków itp. określa się z łodzi ich położenie w wodzie za pomocą tyczek, oblicza wielkość ładunków i przymocowawszy ładunki do żerdzi przytwierdza się je razem z żerdzią do uprzednio wbitych przy wysadzanych przedmiotach kołków, po czym powoduje się wybuch (rys. 77).



Rys. 77. Wysadzanie zatopionej grubej kłody dwoma skupionymi ładunkami:

1 — kołki; 2 — żerdzie; 3 — ładunki; 4 — lont wybuchowy; 5 — zapalnik lontowy; 6 — szpagat wiążący ładunek z żerdzią; 7 — przymocowanie lontu wybuchowego; 8 — przymocowanie żerdzi do kołka

Jednoczesna detonacja kilku ładunków powoduje większe zniszczenie niż ta sama ilość mat. wyb. zdetonowana w całości.

ROZDZIAŁ VI

WYSADZANIE ELEMENTÓW I BUDOWLI METALOWYCH

A) Wysadzanie oddzielnych elementów

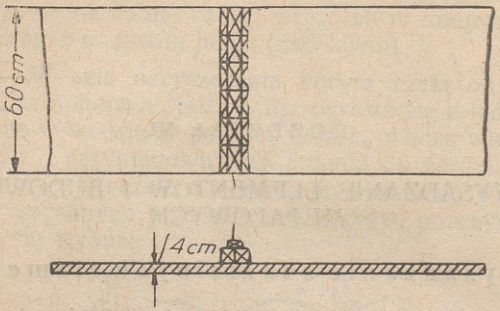
139. Płyty stalowe przebija się ładunkami wydłużonymi rozmieszczonymi na całej szerokości płyty (rys. 78). Ilość mat. wyb. można ustalić w dwojaki sposób:

1. **ze względu na pole poprzecznego przekroju** mierzone w linii przebicia licząc **25 g mat. wyb. o normalnej sile wybuchu na 1 cm² przekroju;**
2. **ze względu na grubość płyty, licząc na 1 cm grubości płyty jeden rząd małych kostek mat. wyb. o normalnej sile wybuchu;** jeżeli grubość płyty przekracza 3 cm, ładunek należy **zwiększyć o 25%.**

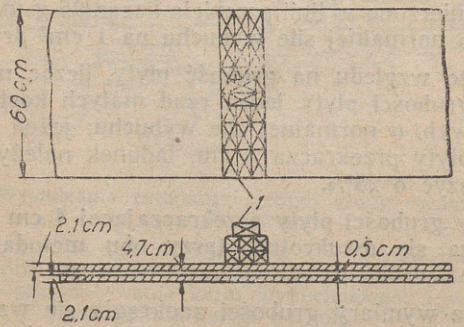
Przy grubości płyty przekraczającej 4 cm ładunek zwiększa się dwukrotnie (przy obu metodach obliczenia).

Małe wymiary grubości zaokrągla się wzwyż do pełnej liczby centymetrów, a wymiary szerokości płyty zaokrągla się do liczb stanowiących wielokrotności 5 (w celu użycia całych kostek). Jeżeli płyty są złożone i między nimi jest pusta przestrzeń, do obliczenia na-

leży brać grubość obydwu płyt wliczając w to również wolną przestrzeń (rys. 79).



Rys. 78. Przebijanie płyty stalowej: ładunek wydłużony z kostek mat. wyb.



Rys. 79. Przebijanie płyt stalowych z pustą przestrzenią między nimi:
1 — ładunek wydłużony z kostek mat. wyb.

Grubość główek nitów z jednej strony płyty (jeżeli znajdują się one pod ładunkiem) dodaje się do grubości przebijanej płyty. Przy zamianie małych kostek na duże ilość tych ostatnich bierze się dwa razy mniejszą, jednak przy warunku pokrycia całej szerokości przebijanej płyty przez kostki.

Przykład 1. Należy przebić w poprzek pas stalowy (rys. 78), określić ilość mat. wyb. na ładunek wydłużony, zależną od pola przekroju i ilość kostek mat. wyb. Grubość pasa stalowego 4 cm, szerokość 60 cm.

1. Określamy pole przekroju (F)

$$F = 4 \times 60 = 240 \text{ cm}^2$$

2. Określamy wagę ładunku mat. wyb. (Ł)

$$Ł = 25 \times 240 = 6000 \text{ g}$$

3. Dzieląc otrzymaną ogólną wagę ładunku (Ł) przez wagę jednej dużej kostki określamy ilość dużych kostek:

$$6000 : 400 = 15 \text{ dużych kostek.}$$

Szerokość pasa wynosi 60 cm, a więc układamy w poprzek płyty dwa rzędy kostek, razem 12 szt.; pozostałe trzy duże kostki zamieniamy na 6 małych.

Przykład 2. Dane te same. Obliczyć ładunek według grubości pasa.

1. Grubość pasa wynosi 4 cm, a zatem wypada cztery rzędy małych kostek, ponieważ jednak grubość przewyższa 3 cm, do czterech rzędów należy dodać 25% otrzymanej liczby, co da nam jeszcze jeden rząd. W sumie ładunek będzie posiadał pięć rzędów małych kostek.

2. Szerokość pasa 60 cm, a zatem w jednym rzędzie da się ułożyć $60 : 10 = 6$ kostek.

3. W taki sposób w pięciu rzędach będzie małych kostek $5 \times 6 = 30$ sztuk, tj. ogółem na ładunek będzie się składało 30 małych kostek lub dwa rzędy dużych kostek i jeden rząd małych.

Przykład 3. Należy przebić w poprzek złożony pas stalowy składający się z dwóch pasów jednakowej grubości, każdy po 2,1 cm, z pustą przestrzenią między nimi wynoszącą 0,5 cm. Szerokość każdego pasa 60 cm (rys. 79).

Określić ilość mat. wyb. dla ładunku wydłużonego i liczbę kostek mat. wyb. zależną od przekroju poprzecznego pasa.

1. Obliczamy ogólną grubość pasa złożonego: $2{,}1 + 2{,}1 + 0{,}5 = 4{,}7 \approx 5$ cm.

2. Określamy ogólne pole przekroju poprzecznego w płaszczyźnie cięcia: $F = 5 \times 60 = 300$ cm².

3. Określamy wagę ładunku (Ł) $Ł = 25 \times 300 = 7500$ g.

4. Ponieważ grubość przekracza 4 cm, zwiększamy wagę (Ł) ładunku dwukrotnie:

$$2\ Ł = 15\,000 \text{ g.}$$

5. Dzieląc ogólną wagę mat. wyb. przez wagę jednej dużej kostki określamy ilość kostek:

$$15\,000 : 400 = 38 \text{ dużych kostek.}$$

Szerokość pasa 60 cm, a więc na szerokości pasa można ułożyć sześć pełnych rzędów kostek, tj. wszystkiego 36 szt. Dwie kostki układa się z góry pośrodku, jako naboje zapałowe.

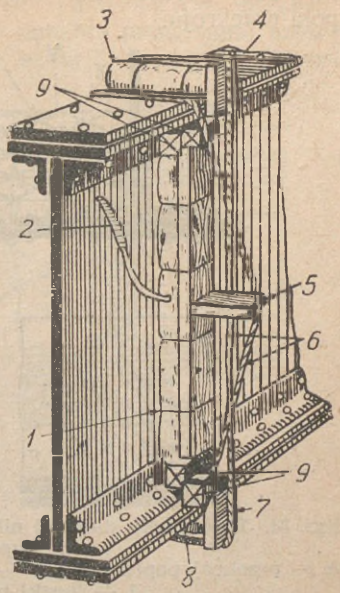
Przykład 4. Dane te same jak w przykładzie 3. Obliczyć ładunek według grubości pasa. Określenie ilości mat. wyb. według grubości pasa ustala się tą samą drogą jak w drugim przykładzie, z tym jednak, że ładunek należy podwoić, ponieważ obliczana grubość, licząc grubość obydwu pasów i pustej przestrzeni między nimi łącznie, przekracza 4 cm. Na jeden rząd przypada 6 małych kostek, na pięć rzędów (ponieważ obliczeniowa grubość wynosi 5 cm) — 30 kostek; dodając 25% otrzymujemy po zaokrągleniu 38 małych kostek, a zwiększając ładunek dwukrotnie — 76 małych kostek lub 38 dużych.

140. Belki stalowe przecina się tak samo jak płyty. Dlatego też potrzebną ilość mat. wyb. określa się jak dla płyt (pkt 139).

Przy obliczaniu wielkości ładunku według grubości płyty na każdą parę kątowników, przylegających do jednej półki, dodaje się 2—4 duże kostki.

Jeżeli kątowniki pokrywają półkę lub ściankę na znacznej części jej szerokości, to przy obliczeniu ładunku należy dodawać grubość kątowników do grubości półki lub ścianki.

Przy przecinaniu belki ładunki zestawia się i wiąże oddzielnie dla ścianek z kątownikami i oddzielnie dla górnej i dolnej półki. W celu zapewnienia jednoczesności detonacji między wszystkimi ładunkami dodajemy kostki łączące (rys. 80).

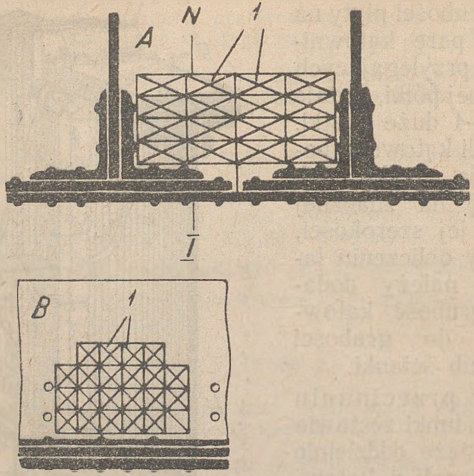


Rys. 80. Przebijanie złożonej stalowej belki (nitowanej):

1 — ładunek wydłużony na ściance belki; 2 — zapalnik lontowy; 3 — ładunek na górnej półce; 4 i 7 — kostki łączące; 5 — rozpórka; 6 — wiązanie; 8 — ładunek na dolnej półce; 9 — duże kostki do przecięcia kątowników

W celu skrócenia czasu pracy na składanie i wiązanie ładunków można przeciąć belkę **jednym ładunkiem skupionym umieszczonym** na jej ściance lub półce w zależności od rodzaju belki (rys. 81). W tych wypadkach waga ładunku mat. wyb. musi być

dwa razy większa niż waga wynikająca z obliczenia pola przekroju.



Rys. 81. Przebijanie stalowej nitowanej belki jednym ładunkiem skupionym:
A — przekrój poprzeczny; B — przekrój podłużny po N-I; 1 — kostki mat. wyb.

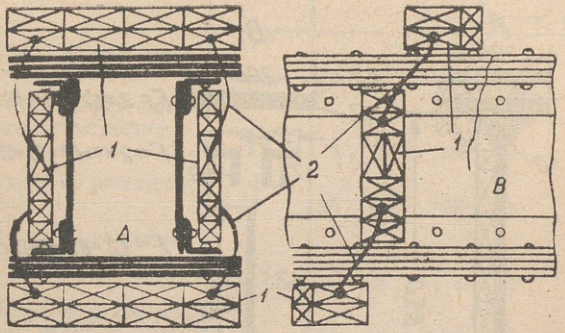
Przykłady rozmieszczenia ładunków przy wysadzaniu różnego rodzaju przekrojów elementów stalowych są uwidocznione na rys. 81, 83 i 84.

Rys. 82. Przygotowanie stalowej belki skrzynkowej do wysadzenia:
A — przekrój poprzeczny; B — widok z boku; 1 — ładunek; 2 — lont wybuchowy

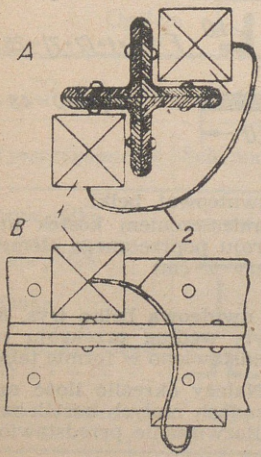
Rys. 83. Przebijanie krzyżownicy lub podciągu ze znitowanych kątowników:
A — przekrój poprzeczny; B — widok z boku; 1 — ładunki; 2 — lont wybuchowy

Rys. 84. Przygotowanie górnego pasa stalowej kratownicy mostowej do wysadzenia:
1 — kostka mat. wyb.; 2 — deska podtrzymująca ładunek; 3 — klocki drewniane

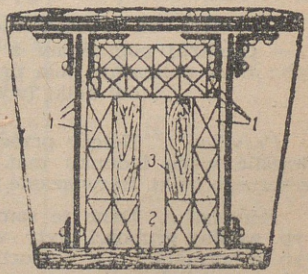
141. Pakietowanie ładunków przeprowadza się w taki sposób: naokoło przecinanej części obwiązuje się dwukrotnie sznur i zawiązuje go za-



Rys. 82.

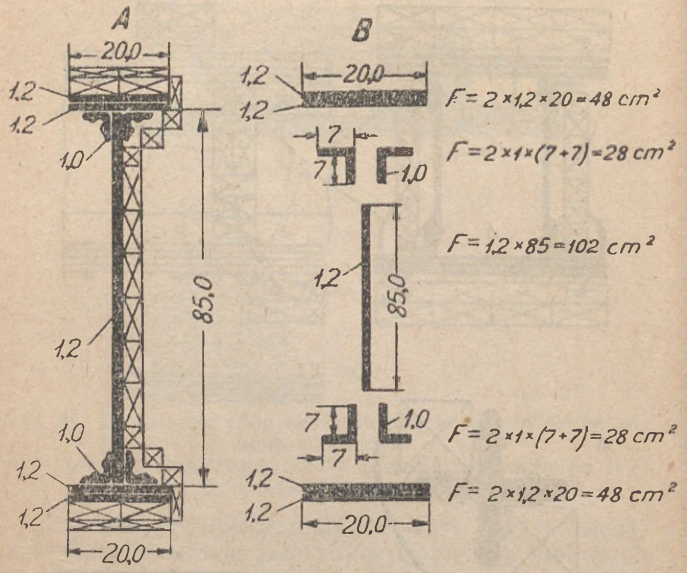


Rys. 83.



Rys. 84.

chowując luz, ażeby pod sznur można było wsunąć ładunki; następnie pod ten sznur wsuwa się ładunki i wkłada rozpórki dociskając nimi ładunki możliwie ściśle do belki.



Rys. 85. Przecinanie dwuteowej belki:
A — przekrój poprzeczny z rozmieszczeniem kostek mat. wyb.; B — obliczenie pola przekroju poprzecznego elementów belki (wymiary w cm)

Przykład 1. Należy przeciąć dwuteową belkę (rys. 85). Określić wagę ładunku mat. wyb. według przekroju poprzecznego belki. Rozwiązanie przedstawiono w formie tabeli.

Przykład 2. Dane te same. Należy określić ilość mat. wyb. według grubości płyty w rzędach małych kostek mat. wyb. o normalnej sile wybuchu. Rozwiązanie przedstawiono w formie tabeli.

Wyszczególnienie ładunków	Schemat	Waga mat. wyb. w g	Ilość kostek (w cyfrach zaokrąglonych do całości)	
			dużych	małych
Ładunki do przecięcia górnej półki		25 × 48 = 1200	2	2
Ładunki do przecięcia kątowników górnej półki		25 × 28 = 700	2	—
Ładunki do przecięcia ścianki		25 × 102 = 2550	8	—
Ładunki do przecięcia kątowników dolnej półki		25 × 28 = 700	2	—
Ładunek do przecięcia dolnej półki . . .		25 × 48 = 1200	2	2
Kostki łączące . . .		400	—	2
Ogółem		6750	16	6

Elementy			Liczba rzędów małych kostek	Ładunek w kostkach dużych i małych		
Wyszczególnienie	Schemat	Wymiary w cm		małych	dużych	małych
Górna półka . .		20×3	3	6	2	2
Dolna półka . . .		20×3	3	6	2	2
Ścianka		85×2	2	16	8	—
Kątowniki — dwie pary		—	—	—	4	—
Kostki łączące . .		—	—	2	—	2
Ogółem				30	16	6

142. Okrągłe puste słupy stalowe (żelazne) wysadza się ładunkami, które oblicza się według wielkości **pola poprzecznego przekroju stali słupa, licząc 25 g mat. wyb. na 1 cm².**

Przy słupach nitowanych do pola przekroju poprzecznego dolicza się powierzchnię części wystających.

Ładunek umieszcza się na zewnątrz słupa na $^2/_3$—$^3/_4$ jego obwodu (rys. 86).

Rys. 86. Wysadzanie słupa stalowego: 1 — ładunek (duże kostki mat. wyb.)

Przykład. Należy określić wagę ładunku mat. wyb. potrzebną do przebicia okrągłego, pustego, stalowego słupa o średnicy d = 32 cm przy grubości ścianki a = 2 cm (rys. 86).

W przybliżeniu pole przekroju poprzecznego F może być obliczone według wzoru:

$$F = \pi d a;$$

$$F = 3 \times 32 \times 2 = 192 \text{ cm}^2$$

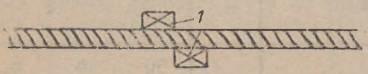
$$Ł = 25 \times 192 = 4800 \text{ g}$$

lub 12 dużych kostek.

W ładunku można stosować dowolne kombinacje dużych i małych kostek.

143. Liny stalowe przecina się dwoma ładunkami, z których każdy oblicza się według pola przekroju poprzecznego liny. **Wagę ładunku określa się licząc 50 g na 1 cm² powierzchni przekroju liny przy średnicy do 4 cm, a przy średnicy ponad 4 cm — 100 g na 1 cm².**

Ładunki umieszcza się nożycowo na linie z dwóch przeciwległych stron i detonuje jednocześnie (rys. 87).

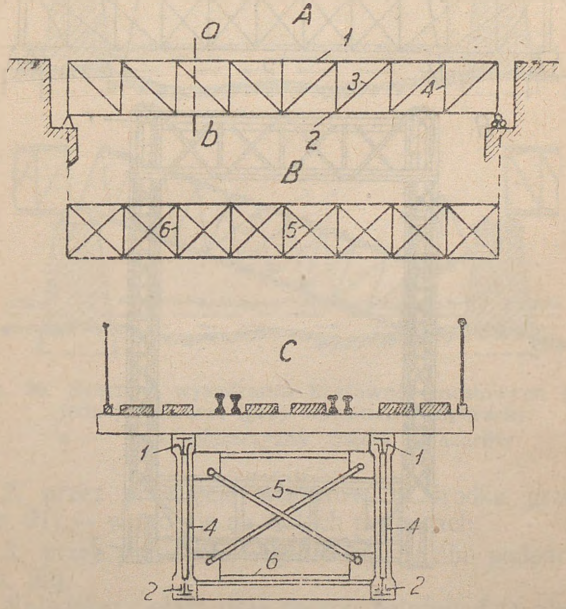


Rys. 87. Przecinanie liny stalowej: 1 — ładunki

144. Pancerze przebija się ładunkami, których wagę określa się licząc nie mniej niż 50 g na 1 cm² pola przekroju poprzecznego; przy grubości powyżej 4 cm normę tę podwaja się.

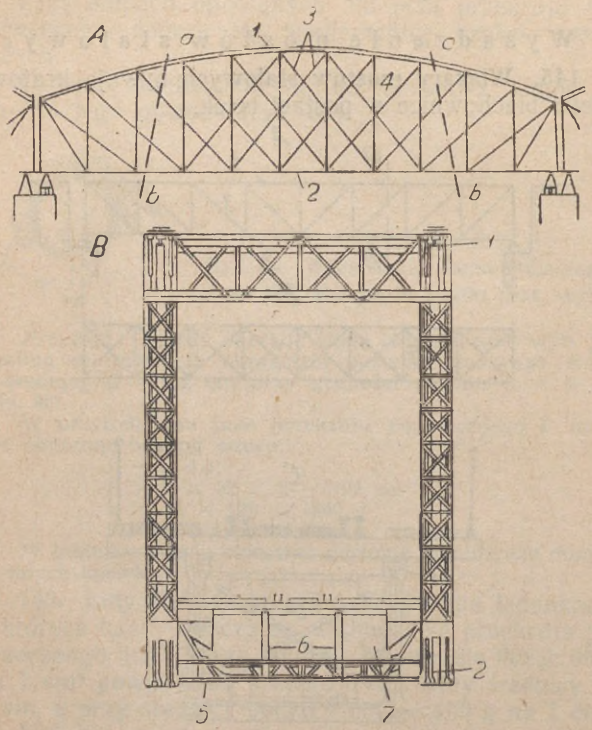
B) Wysadzanie mostów stalowych

145. Wiązary mostów stalowych bywają kratowe i jako blachownice w postaci belek.



Rys. 88. Schemat przęsła stalowego mostu kratowego (jazda górą):
A — przekrój podłużny; B — plan; C — przekrój poprzeczny; 1 — pas górny; 2 — pas dolny; 3 — krzyżulce; 4 — słupki; 5 — wiatrownica ukośna; 6 — wiatrownica pozioma; a — b — płaszczyzna cięcia wiązarów

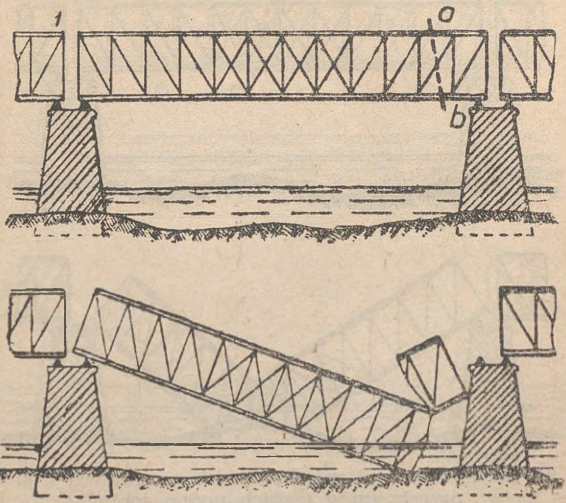
Wiązary kratowe (kratownice, rys. 88 i 89) składają się z dwóch pasów — górnego i dolnego — połączonych między sobą słupkami, krzyżulcami i wiatrownicami.



Rys. 89. Schemat przęsła stalowego mostu kratowego (jazda dołem):
A — widok boczny; B — przekrój poprzeczny; 1 — pas górny; 2 — pas dolny; 3 — krzyżulce; 4 — słupki; 5 — wiatrownice; 6 — belki podłużne; 7 — belki poprzeczne; a — b — płaszczyzna cięcia wiązarów

Kratownice można niszczyć w trojaki sposób:

1. przez przecięcie kratownicy przy jednej podporze (rys. 90) — w moście na wysokich podporach;



Rys. 90. Schemat wysadzania kratownic mostowych przy jednej podporze (przy wysokich podporach):
a — b — płaszczyzna cięcia wiązarów

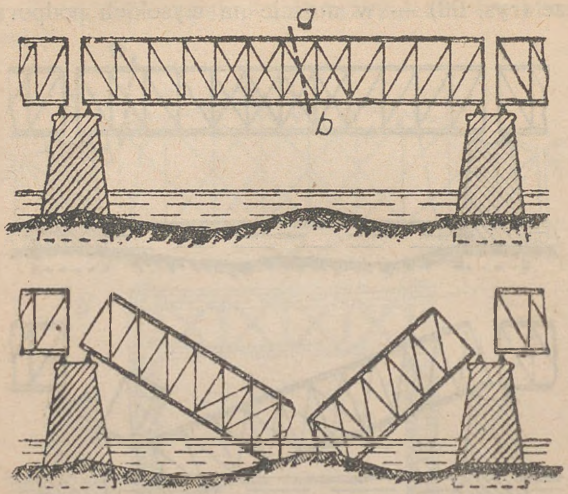
2. przez przecięcie wiązarów w środku przęsła (rys. 91) — w moście na niskich podporach;

3. przez przecięcie wiązarów przy obu podporach (rys. 92).

Największy efekt daje sposób ostatni: dwa pierwsze sposoby mogą mieć zastosowanie przy jednoczesnym niszczeniu filarów lub w wypadku braku czasu i środków.

Miejsca umieszczenia ładunków wybiera się w od-

ległości od podpory równej $^1/_6$—$^1/_{10}$ długości przęsła (w drugim i trzecim polu kratownicy).



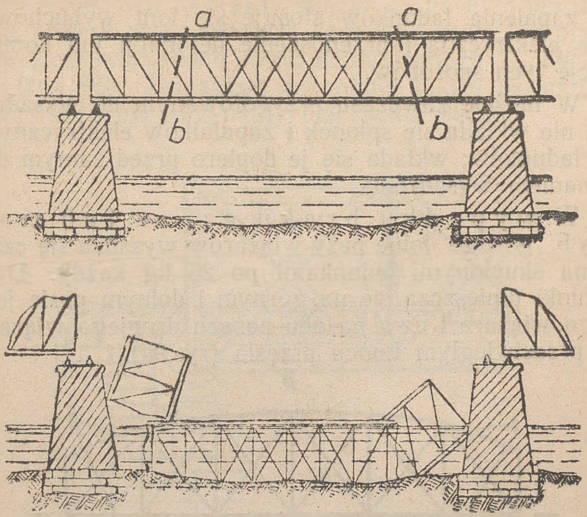
Rys. 91. Schemat wysadzania kratownic mostowych w środku przęsła (przy niskich podporach):
a — b — płaszczyzna cięcia wiązarów

Ładunki rozmieszcza się wzdłuż skośnej linii odchylonej w dół, tak ażeby po wybuchu końce przeciętego wiązara nie mogły zahaczyć się i powstrzymać wiązar od upadku.

Linia rozmieszczenia ładunków na jednym wiązarze winna być skośna w stosunku do linii rozmieszczenia ładunków na drugim wiązarze tego samego przęsła, jednak nie mogą być one oddalone od podpór na odległość większą niż $^1/_6$—$^1/_{10}$ długości przęsła.

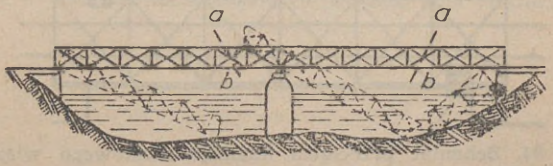
Wiązary wieloprzęsłowych mostów wysadza się we wszystkich przęsłach lub tylko w przęśle położonym nad nurtem rzeki lub nad najgłębszym miejscem. Jeżeli

przęsła są niejednakowej długości, wysadza się najdłuższe przęsło.



Rys. 92. Schemat wysadzania kratownic mostowych przy dwóch podporach:
a — b — płaszczyzna cięcia wiązarów

Rozmieszczenie linii ładunków przy wysadzaniu wiązarów ciągłych ilustruje rys. 93.

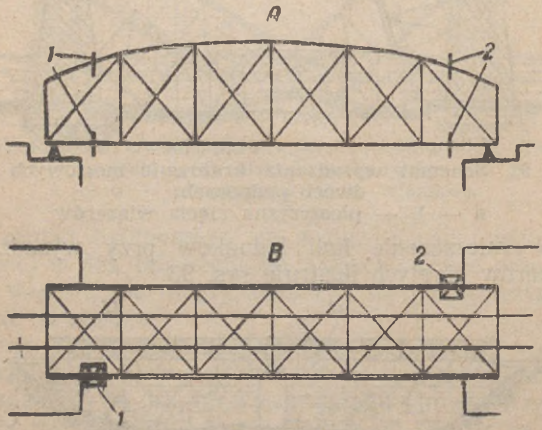


Rys. 93. Schemat wysadzenia mostu stalowego z wiązarem ciągłym (kratowa belka ciągła) na jednej pośredniej podporze:
a — b — płaszczyzna cięcia wiązarów

Detonacja wszystkich ładunków powinna być jednoczesna; w tym celu do zapalenia ładunków stosuje się lont wybuchowy, sieć elektryczną i przenoszenie detonacji lub kombinację tych sposobów.

W moście zawczasu przygotowanym do wysadzenia nie wkłada się spłonek i zapalników elektrycznych do ładunków; wkłada się je dopiero przed samym dokonaniem wysadzenia.

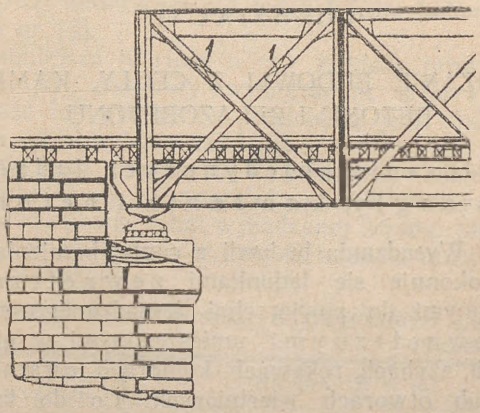
W wypadku braku czasu lub mat. wyb. górne i dolne pasy wiązarów wysadza się czterema skupionymi ładunkami po 25 kg każdy. Dwa ładunki umieszcza się na górnym i dolnym pasie jednego wiązara i dwa na obu pasach drugiego wiązara w przeciwległym końcu przęsła (rys.94).



Rys. 94. Schemat przecięcia każdego mostowego wiązara jednego przęsła dwoma skupionymi ładunkami:

A — widok boczny; B — plan; 1 — ładunek na jednym końcu jednego wiązara; 2 — ładunki na przeciwległym końcu drugiego wiązara

Uszkodzenie mostu może być dokonane przez detonację takich samych ładunków rozmieszczonych po jednym na każdy wiązar na górnym lub dolnym pasie z przeciwległych końców przęsła lub przez przecięcie wszystkich krzyżulców jednego — dwóch pól (rys. 95). Jednak po dokonaniu takich uszkodzeń most może być przydatny dla ruchu piechoty.



Rys. 95. Uszkodzenie wiązara mostowego przy braku mat. wyb.:
1 — ładunki na krzyżulcach jednego pola wiązara

ROZDZIAŁ VII

WYSADZANIE BUDOWLI Z CEGŁY, KAMIENIA, BETONU I ŻELAZOBETONU

A) Obliczanie pojedynczych ładunków dla cegły, kamienia i betonu

146. Wysadzania budowli z cegły, kamienia i betonu dokonuje się ładunkami zewnętrznymi przyłożonymi do powierzchni wysadzanego obiektu lub wewnętrznymi umieszczonymi w niszach, wnękach, szybach, rękawach, komorach, rurach minowych lub otworach wiertniczych. Co do kształtu ładunki mogą być skupione lub wydłużone.

Uwaga. Nisza — wydrążenie w ścianie w formie sześcianu lub zbliżonej do niego formy, o objętości równej objętości ładunku. Rękaw — wydrążenie do 1/3 lub 2/3 grubości ściany. Przekrój poprzeczny rękawa jest okrągły o średnicy nie mniejszej niż 10 cm lub prostokątny o boku nie mniejszym niż 10 cm. Rura minowa — cylindryczny otwór o średnicy ponad 7,5 cm. Otwór wiertniczy — szczelina o średnicy do 7,5 cm.

147. Ładunki skupione oblicza się według wzoru:

$Ł = R^3 w \cdot u$,

gdzie Ł = waga ładunku w kg;

R = żądany promień działania w m licząc od środka ładunku;

w = współczynnik wytrzymałości wahający się w granicach od 1 do 5, w zależności od materiału i R (tabela nr 14);

u = współczynnik uszczelnienia zależny od sposobu umieszczenia i uszczelnienia ładunku (tabela nr 15).

Najmniejsza wartość u = 1, kiedy prawie cały ładunek jest otoczony wysadzanym środowiskiem, a długość lub grubość uszczelnienia jest równa lub większa od promienia działania.

Największa wartość u = 4,5, kiedy ładunek jest wolno przyłożony, nieuszczelniony i tylko jedną ścianką przylega do powierzchni wysadzanej ściany. Stosowanie skupionych ładunków przy R mniejszym od 0,5 m nie jest wskazane.

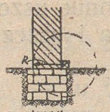
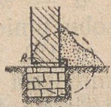
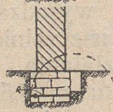
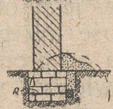
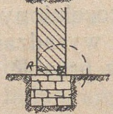
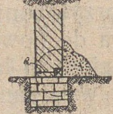
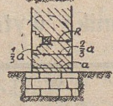
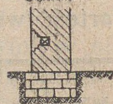
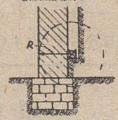
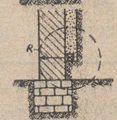
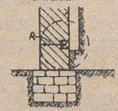
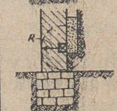
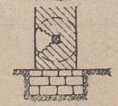
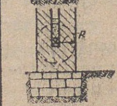
Wartość współczynnika wytrzymałości „w"

Tabela nr 14

Rodzaj wysadzanej ściany	Wielkość R w m				
	do 0,5	0,5—1,0	1,0—1,5	1,5—2,0	od 2,0
Mur słaby (cegła na zaprawie wapiennej)	od 1,0 do 1,5				
Mur średniej mocy (cegła na zaprawie cementowej)	od 2,0 do 3,0				
Mur z kamienia twardego na zaprawie cementowej, beton, skała	5	4,5	4,0	3,5	3,0

Wartość współczynnika „u"

Tabela nr 15

Sposób umieszczania ładunku	Bez zagłuszenia		Z zagłuszeniem	
	widok w przekroju	u	widok w przekroju	u
Wolno przyłożony		4,5		2,25
Wolno przyłożony przy fundamencie		2,5		2,0
Umieszczony w niszy		2,0		1,5
W rękawach długości równej 1/3 grubości muru i większej		1,6		1,4
Przy ścianie oporowej		1,5		1,25
To samo w niszy		1,25		1,0
W środku muru, w rurze minowej lub otworze wiertniczym		1,25		1,0

148. **Ładunki wydłużone** oblicza się na podstawie wzoru:

$$Ł = w \cdot u \cdot R^2 \cdot l,$$

gdzie Ł. = waga ładunku w kg;

R = promień działania ładunku wydłużonego w m, licząc od jego podłużnej osi w kierunku prostopadłym do niej;

l = długość ładunku w m;

w i u współczynniki te same co przy ładunkach skupionych. Wydłużone ładunki zaleca się stosować tylko przy R nie większym niż 0,5 m i w postaci wolno przyłożonych lub wpuszczonych.

149. W celu szybszego określenia wielkości ładunku można wykorzystywać tabelę nr 16, w której podane są wielkości ładunków dla różnych wartości R i u przy w = 1. Przy w > 1 ładunek podany w tabeli należy zwiększyć odpowiednią ilość razy.

Przykład 1. Należy wysadzić ładunkiem skupionym, umieszczonym w niszy i uszczelnionym, mur betonowy przy R = 1,5. Określić wagę ładunku. Z tabeli nr 14 znajdujemy w = 4, a z tabeli nr 15 u = 1,5.

Z tabeli nr 16 znajdujemy, że dla R = 1,5 i u = 1,5 przy w = 1 ładunek Ł = 5,06 kg; jednak w naszym zadaniu w = 4, dlatego ostatecznie

$$Ł = 5{,}06 \times 4 = 20{,}24 \text{ kg}.$$

Przykład 2. Należy wysadzić wydłużonym, wolno przyłożonym ładunkiem mur z cegły na zaprawie cementowej, o grubości 0,4 (a zatem R = 0,4 m) i długości 2 m. Określić wagę ładunku.

Z tabeli nr 14 znajdujemy w = 3;

z tabeli nr 15 u = 4,5.

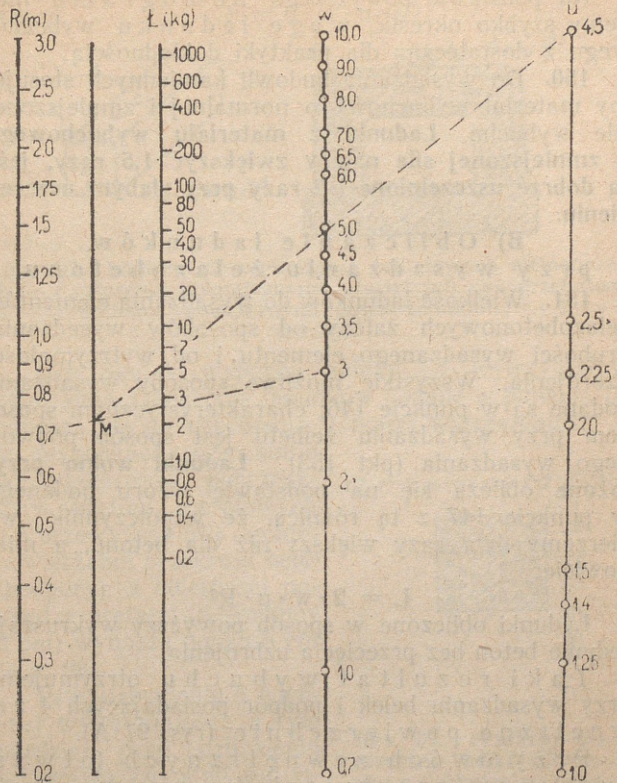
Wagę ładunku określamy na podstawie wzoru (pkt 148) w sposób następujący:

$$Ł = w \cdot u \cdot R^2 \cdot 1 = 3 \times 4{,}5 \times 0{,}4^2 \times 2 = 4{,}32 \text{ kg}.$$

Tabela nr 16

Wielkość ładunków skupionych w kg przy w = 1 dla różnych wartości R i u

R w m	Wartość u											
	1,0	1,25	1,4	1,5	1,6	2,0	2,25	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
do 0.5	0,13	0,16	0,18	0,19	0,20	0,25	0,28	0,32	0,38	0,44	0,50	0,56
0,6	0,22	0,27	0,30	0,33	0,35	0,43	0,49	0,54	0,65	0,76	0,87	0,97
0,7	0,34	0,43	0,49	0,52	0,55	0,69	0,78	0,86	1,00	1,17	1,33	1,50
0,8	0,51	0,64	0,72	0,77	0,82	1,04	1,15	1,28	1,53	1,79	2,04	2,30
0,9	0,73	0,91	1,04	1,09	1,17	1,46	1,64	1,82	2,19	2,55	2,92	3,28
1,0	1,01	1,25	1,40	1,50	1,60	2,00	2,25	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50
1,1	1,32	1,65	1,85	1,98	2,11	2,64	2,97	3,30	3,96	4,62	5,28	5,94
1,2	1,72	2,15	2,41	2,58	2,75	3,44	3,87	4,30	5,16	6,02	6,88	7,74
1,3	2,20	2,72	3,08	3,30	3,52	4,40	4,95	5,50	6,60	7,70	8,80	9,90
1,4	2,72	3,42	3,84	4,12	4,48	5,40	6,16	6,84	8,24	9,60	10,96	12,32
1,5	3,37	4,21	4,82	5,06	5,40	5,74	7,59	8,42	10,12	11,80	13,46	15,18
1,6	4,10	5,12	5,75	6,15	6,56	8,20	9,22	10,24	12,30	14,40	16,40	18,45
1,7	4,90	6,12	6,85	7,36	7,85	9,80	11,05	12,24	14,72	17,15	19,60	22,10
1,8	5,84	7,30	8,18	8,76	9,36	11,68	13,15	14,60	17,52	20,45	23,36	26,30
1,9	6,86	8,57	9,64	10,30	11,00	13,72	15,40	17,14	20,60	24,00	27,44	30,80
2,0	8,00	10,00	11,20	12,00	12,80	16,00	18,00	20,00	24,00	28,00	32,00	36,00



Rys. 96. Nomogram do określenia wielkości ładunków

Przykład: Dane: R = 0,7 m, mur zwykły w = 3; ładunek nieuszczelniony u = 4,5. Łączymy punkt 0,7 na linii R z punktem 3 na linii w i znajdujemy punkt M na linii pomocniczej. Połączywszy punkt M z punktem 4,5 na linii u, znajdujemy na linii Ł — wagę ładunku; Ł = 5 kg.

Na podstawie powyższego nomogramu możemy szybko określić wagę ładunku wybuchowego z dostateczną dla praktyki dokładnością.

150. Do wysadzania budowli kamiennych stosujemy materiał wybuchowy o normalnej i zmniejszonej sile wybuchu. **Ładunki z materiału wybuchowego o zmniejszonej sile należy zwiększyć 1,5 razy, jeśli są dobrze uszczelnione i 2 razy przy słabym uszczelnieniu.**

B) Obliczanie ładunków przy wysadzaniu żelazobetonu

151. Wielkość ładunków do wysadzania elementów żelazobetonowych zależy od sposobów wysadzania, grubości wysadzanego elementu i od wytrzymałości uzbrojenia. Wszystkie możliwe sposoby wysadzania podane są w punkcie 146; charakterystycznym sposobem przy wysadzaniu żelbetu jest sposób podwójnego wysadzania (pkt 153). **Ładunki wolno przyłożone** oblicza się na podstawie wzoru podanego w punkcie 147 z tą różnicą, że współczynnik „w" bierzemy dwa razy większy niż dla betonu, a mianowicie:

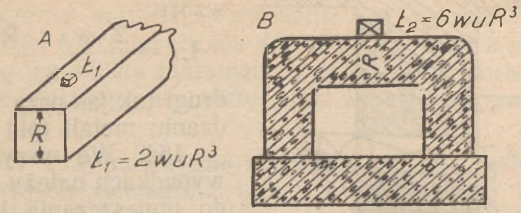
$$Ł = 2 \cdot w \cdot u \cdot R^3.$$

Ładunki obliczone w sposób powyższy wykruszają jedynie beton bez przecięcia uzbrojenia.

Taki rezultat wybuchu otrzymujemy przy wysadzaniu belek i podpór posiadających 4 zewnętrzne powierzchnie (rys. 97 A).

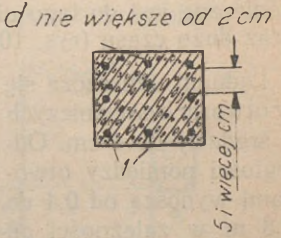
Przy dwóch zewnętrznych (otwartych) powierzchniach (np. przy wysadzaniu stropów w schronach żelazobetonowych) od ładunku obliczonego według wzoru $Ł = 2 \cdot w \cdot u \cdot R^3$ nie osiąga się przebicia na wylot. Dlatego też przy dwóch zewnętrznych powierzchniach (rys. 97, B) (dla R nie większego od 1 m), aby otrzymać przebicie betonu (uzbrojenie zostaje nieprzecięte) konieczne jest zwiększenie

ładunku 2—3 krotne, czyli należy go obliczać według wzoru: $Ł = 6 \cdot w \cdot u \cdot R^3$



Rys. 97. Ładunki do wysadzania żelbetowych elementów: A — z czterema zewnętrznymi (otwartymi) powierzchniami; B — z dwiema zewnętrznymi powierzchniami; $Ł_1$ i $Ł_2$ — ładunki

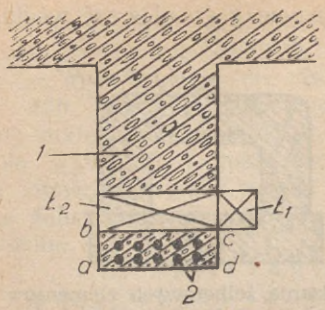
152. Skutek wybuchu zależy od wytrzymałości uzbrojenia. Obliczenia ładunków podane w punkcie 151 odnoszą się do uzbrojenia o małej wytrzymałości — w wypadkach, gdy suma pól przekrojów poprzecznych prętów metalowych nie przewyższa 5% ogólnej powierzchni przekroju belki (podpory), a odległości pomiędzy prętami (o średnicy 2 cm) wynoszą ponad 5 cm (rys. 98).



Rys. 98. Przekrój poprzeczny belki żelbetowej z uzbrojeniem o małej wytrzymałości: 1 — pręty uzbrojenia

Przy uzbrojeniu o większej wytrzymałości, a tym bardziej przy uzbrojeniu sztywnym (ze stali gatunkowej), ładunki należy obliczać zgodnie ze wskazówkami punktu 155.

153. Sposób podwójnego wysadzania (rys. 99) polega na tym, że pierwszym ładunkiem $Ł_1$ wysadzamy beton, po czym drugim ładunkiem $Ł_2$ przecina się



Rys. 99. Niszczenie żelbetowej belki teowej sposobem podwójnego wysadzania: 1 — żebro; 2 — uzbrojenie; Ł1, Ł2 — ładunki

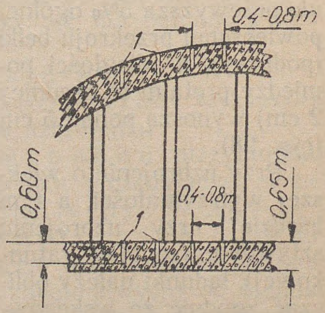
uzbrojenie. Pierwszy ładunek obliczamy według wzoru:

$$Ł_1 = \frac{2 \cdot w \cdot u \cdot R^3}{3};$$

drugi tak jak przy wysadzaniu metali (pkt 155).

154. We wszystkich wypadkach należy dążyć do umieszczania ładunków możliwie jak najbliżej uzbrojenia. Osiągnąć to możemy przez zastosowanie **naboi wiertniczych** (ładunki w otworach wiertniczych), co jest najbardziej ekonomiczne z punktu widzenia zużycia materiałów wybuchowych; jednak konieczne jest do tego użycie świdra pneumatycznego oraz dużo czasu (rys. 100).

Ładunki umieszcza się w otworach wiertniczych o średnicy do 4 cm. Odległości pomiędzy otworami wynoszą od 0,4 do 0,8 m w zależności od wytrzymałości uzbrojenia. Otwory wiertnicze wypełnia się nabojami wiertniczymi na całej długości. Ilość materiału wybuchowego oblicza się licząc 1 kg na 1 m otworu wiertniczego.



Rys. 100. Wysadzanie elementów żelbetowych nabojami wiertniczymi: 1 — otwory wiertnicze

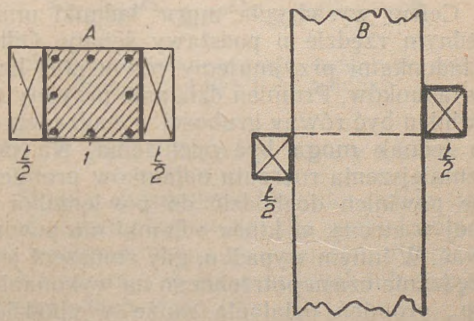
Przecięcie uzbrojenia przy takim sposobie prac zapewnione jest jedynie w wypadku bezpośredniego przylegania materiału wybuchowego do uzbrojenia. Otworów wiertniczych nie wierci się na wylot a zakańcza się je na kilka centymetrów przed dolną powierzchnią przebijanego elementu, aby zapobiec wypadaniu naboi.

155. Przy uzbrojeniu sztywnym i przy niewielkich przekrojach elementów żelbetowych przebicie żelbetu (żelaza i betonu) osiąga się za pomocą ładunku obliczonego na przebicie metalu.

Przy wytrzymałym i giętkim uzbrojeniu ładunek wolno przyłożony oblicza się na podstawie wzoru:

$$Ł = 2F \cdot 25,$$

gdzie F — pole przekroju poprzecznego belki żelbetowej (rys. 101); półładunki rozmieszcza się z dwóch stron belki — celem uzyskania działania tnącego (w miejscach, gdzie jest silniejsze uzbrojenie).



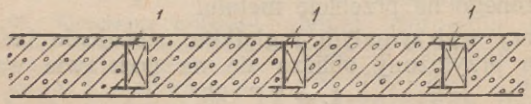
Rys. 101. Wysadzanie żelbetowych belek, podpór itp. na ścięcie:
A - przekrój poprzeczny; B — plan; Ł — ładunki; 1 — pręty uzbrojenia

Przy przebijaniu uzbrojenia sztywnego ładunek umieszcza się przy uzbrojeniu (rys. 102) i oblicza się tylko na przecięcie uzbrojenia według wzoru:

$$Ł = F \cdot 25,$$

gdzie F — powierzchnia przekroju poprzecznego belki dwuteowej w cm^2, a Ł — ładunek w gramach.

Przy ładunkach wpuszczonych, jako pole przekroju poprzecznego przyjmuje się tylko tę część przekroju, która zawiera uzbrojenie (powierzchnia abcd na rys. 99).



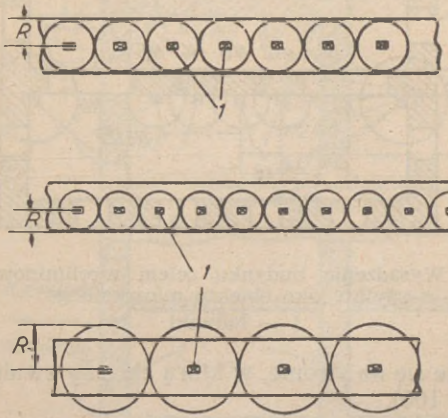
Rys. 102. Przebijanie sztywnego uzbrojenia konstrukcji żelbetowych: 1 — ładunek

C) Wysadzanie murów

156. Celem wysadzenia muru ładunki umieszcza się w jednym rzędzie u podstawy ściany. Odległości między ładunkami przyjmujemy równe 2 R licząc od środków ładunków. Promień działania przyjęty do obliczeń powinien być równy grubości wysadzanego muru; od tego jednak mogą być odchylenia. Na przykład w celu zmniejszenia rozrzutu odłamków promień działania nie powinien dochodzić do powierzchni ściany zwróconej w stronę, w którą odłamki nie powinny się rozlatywać. W innym wypadku, gdy zmuszeni jesteśmy do oszczędzania czasu potrzebnego na wykonanie rękawów itp., promień działania może wychodzić poza obrysie muru (rys. 103).

Ilość ładunków określa się za pomocą cyrkla (na rysunku) lub dzieląc długość wysadzanego muru przez 2 R.

W wypadku braku czasu można stosować ładunki wolno przyłożone lub umieszczone w niszach. Jeśli rozporządzamy większą ilością czasu i odpowiednimi narzędziami, ładunki umieszczamy w rękawach, rurach minowych lub otworach wiertniczych.



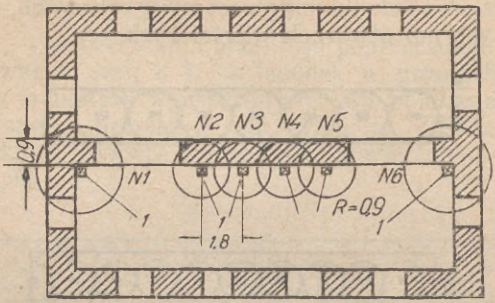
Rys. 103. Schematy rozmieszczenia ładunków przy wysadzaniu murów: 1 — ładunki

D) Wysadzanie budynków

157. Stopień zniszczenia budynku ustala się w zależności od zadania bojowego. Dla uszkodzenia budynku celem wyeliminowania go z działań wystarcza wysadzenie wewnętrznych ścian nośnych lub słupów i kolumn dźwigających strop (rys. 104).

W razie konieczności całkowitego zniszczenia budynku, gdy służy on jako punkt orientacyjny dla nieprzyjaciela lub przeszkadza własnej obserwacji przedpola, należy wysadzić wszystkie ściany nośne. W celu

zwalenia budynku w określoną stronę, na przykład dla zabarykadowania ulicy wysadzamy jedynie ściany



Rys. 104. Wysadzenie budynku celem wyeliminowania go z użytku jako obiektu mieszkalnego:
1 — ładunki

znajdujące się na stronie, w którą chcemy zwalić budynek (rys. 105).

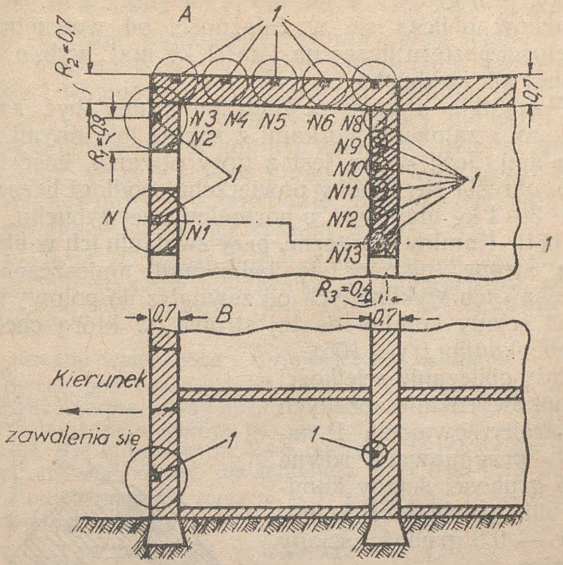
Niszczenie budynków, wież, kominów fabrycznych, dzwonnic itp. przeprowadzamy jednym z dwóch następujących sposobów: 1 — wysadzaniem ścian nośnych (wewnętrznych lub zewnętrznych); 2 — za pomocą ładunków umieszczonych wewnątrz budynku.

158. Rozmieszczenie i obliczenie ładunków przy niszczeniu budynków przez wysadzenie ścian przeprowadza się według obliczeń podanych w pkt. 146—150.

Ładunki rozmieszcza się zazwyczaj na wysokości otworów okiennych lub drzwiowych na parterze.

159. Przy niszczeniu ładunkami umieszczonymi wewnątrz budynków, wagę ładunku (mat. wyb. o normalnej sile wybuchu) określa się w zależności od wewnętrznej objętości pomieszczenia, grubości i wytrzymałości ścian i waha się ona **od 0,1 do 0,6 kg mat. wyb.**

na 1 m³ pomieszczenia; przy takim niszczeniu z reguły stosujemy tylko **ładunki skupione.**



Rys. 105. Wysadzanie budynku dla zabarykadowania ulicy jego gruzami:

A — plan; B — przekrój wzdłuż N-1; 1 — ładunki

Przed wysadzaniem wszystkie otwory zewnętrzne powinny być zabite deskami, założone workami z piaskiem itp. **Przy wielkiej ilości okien i drzwi ładunki winny być dwukrotnie zwiększone.** W wypadku, gdy budynki posiadają piwnice, ładunki należy umieszczać w piwnicach **i wagę ładunków** określamy wówczas licząc **1 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu na 1 m³ objętości piwnicy.**

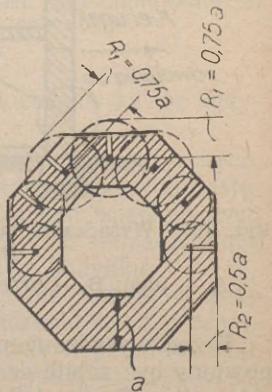
160. Wieże i dzwonnice niszczy się ładunkami umieszczonymi wewnątrz parteru, tylko w takim wypadku, jeśli grubość ścian nie przewyższa 2 m. Wagę ładunków oblicza się w zależności od wewnętrznej objętości parteru licząc na 1 m^3 1 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu.

Wszystkie otwory zewnętrzne winny być zabite deskami i założone workami z ziemią lub innymi materiałami. Jeśli wieża jest z góry otwarta, ilość mat. wyb. określa się według powierzchni podłogi licząc na 1 m^2 3—4 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu.

161. Kominy fabryczne, przy zwalaniu ich w określoną stronę, niszczy się ładunkami umieszczonymi w rękawach wykonanych od zewnątrz do połowy grubości ściany komina na tej stronie, w którą chcemy zwalić komin (rys. 106).

Przy obliczaniu wielkości ładunków rozmieszczanych od strony zawalenia R należy przyjmować równe 0,75 grubości ściany komina; dla pozostałych ładunków — 0,5 grubości ściany komina.

Odległość między ładunkami bierzemy równą 1,75 R wzdłuż zewnętrznej powierzchni komina.



Rys. 106. Rozmieszczenie naboi do zwalenia komina fabrycznego:
a — grubość ściany

W celu zwalenia komina w miejscu — ładunki rozmieszcza się dwojako.

1. W rękawach wykonanych od zewnątrz komina do połowy jego grubości i na całym obwodzie. Ilość mat. wyb. w ładunku w takim wypadku określa się

na podstawie wzoru podanego w pkt. 147, gdzie R przyjmuje się równe 0,5 grubości ściany; odległość między ładunkami przyjmuje się od 1,5 R do 1,75 R.

2. Ładunki układa się wewnątrz przy ścianach komina. Ogólną wagę wszystkich ładunków oblicza się według wewnętrznej powierzchni komina licząc na $1 m^2$ po 4,5 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu. Wejścia do komina winny być założone; ładunki należy uszczelnić. Przy wybuchu część dolną komina rozsadza się na zewnątrz, co powoduje zwalenie się powyżej znajdujących się części komina w dół.

Przykład 1. Należy zniszczyć budynek, by zapobiec wykorzystaniu go przez przeciwnika na pomieszczenie mieszkalne (rys. 104). Budynek jest z cegły na zaprawie wapiennej.

Określić wagę, ilość i rozmieszczenie ładunków.

Biorąc pod uwagę nasze zadanie postanawiamy zniszczyć wewnętrzną ścianę nośną budynku, umieszczając ładunki przy ścianie na podłodze bez uszczelnienia, jak podano na rys. 104. Dla ładunków nr 2—5 bierzemy R równe 0,9 m, tj. równe grubości ściany, dla ładunków nr 1 i 6 — 1,5 m.

Z tabeli nr 14 bierzemy w = 1; z tabeli nr 15 — u = 4,5.

Wielkość ładunków nr 1 i 6 wynosi (pkt 147):

$Ł = 1 \times 4,5 \times 1,5^3 = 15,18$ kg.

Wielkość ładunków nr 2 — 5 wynosi:

$Ł = 1 \times 4,5 \times 0,9^3 = 3,28$ kg.

Wielkość ładunków można określić również w tabeli nr 16.

Przykład 2. Należy wysadzić budynek celem zabarykadowania ulicy. Budynek jest z cegły na zaprawie cementowej.

Określić wagę, ilość i rozmieszczenie ładunków.

W celu wykonania zadania (rys. 105) robimy wyłom w ścianie frontowej ładunkami, promień działania których bierzemy większy od grubości ściany: $R_1 = 0,9$ m; dla ściany szczytowej $R_2 = 0,7$ m, dla wewnętrznej ściany nośnej bliżej do barykadowanej ulicy $R_3 = 0,4$ m, tzn. mniejszy od grubości ściany.

Ilość ładunków określamy wykreślnie za pomocą cyrkla.

Z tabeli nr 14 w = 3. Ładunki umieszczamy w niszach bez uszczelnienia. Z tabeli nr 15 u = 2. Z tabeli nr 16 przy w = 3 ładunki nr 1 i 2 będą wynosiły po 1,46 × 3 = 4,38 kg, ładunki nr 3 — 7 po 0,69 × 3 = 2,07 kg i nr 8 — 13 po 0,25 × 3 = 0,75 kg.

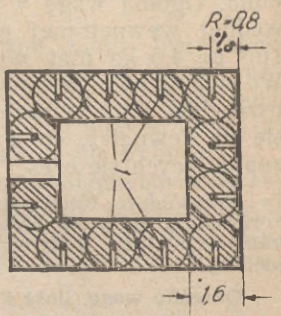
Przykład 3. Należy wysadzić dzwonnicę celem zniszczenia jej jako punktu orientacyjnego. Mury są z kamienia naturalnego na zaprawie cementowej.

Określić wagę, ilość i rozmieszczenie ładunków (rys. 107).

Z tabeli nr 14 dla R = 0,8, w = 4,5; ładunki umieszcza się w otworach minowych z uszczelnieniem, dlatego wg tabeli nr 15 u = 1.

Waga jednego ładunku z tabeli nr 16 i przy w = 4,5 wyniesie Ł = 0,51 × 4,5 = 2,29 kg.

Przy wybuchu dzwonnica zwali się w miejscu.



Rys. 107. Rozmieszczenie ładunków przy niszczeniu dzwonnicy: 1 — ładunki

E) Wysadzanie kamiennych podpór mostowych

162. Filary i przyczółki kamienne mostów niszczy się w taki sam sposób jak mury kamienne. Najtrudniej jest odbudować most, w którym zniszczone są podpory znajdujące się na najgłębszym miejscu rzeki lub podpierające najdłuższe przęsła mostu.

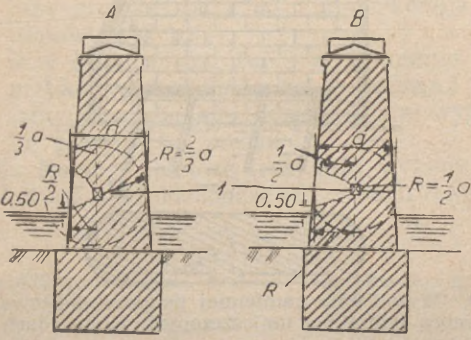
Obliczenie ładunków przeprowadza się jak w punktach 146—150; zwiększa się je jednak o 30%.

Rozmieszczając ładunki należy mieć na względzie możliwość ostrzału, w związku z czym ładunki należy umieszczać w niszach lub w rękawach.

163. Filary w razie braku czasu potrzebnego do wykonania prac przygotowawczych można niszczyć za pomocą wolno przyłożonych skupionych lub wy-

dłużonych ładunków, ściśle przymocowanych do podpory na wysokości 0,5—1 m nad poziomem wody. Przy takim sposobie wysadzania bierzemy R równe szerokości podpory (grubości).

Jeśli czas na to pozwala, dla ładunków skupionych wykonuje się rękawy lub nisze do $^1/_3$—$^1/_2$ grubości podpory; rozmieszcza się je w dolnej części podpory na 0,5 m ponad największym poziomem wody. Jeśli rękaw jest dłuższy od 1 m, otwór jego dla ułatwienia pracy posiadać winien wymiary nie mniejsze niż 0,9×0,6 m (rys. 108).



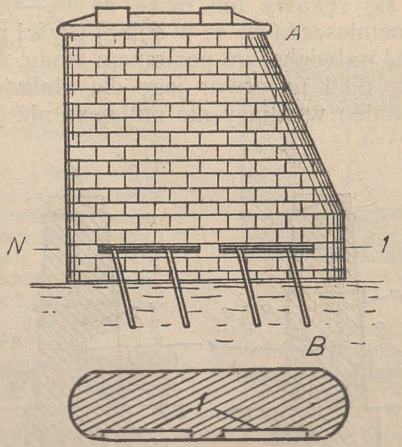
Rys. 108. Wysadzanie kamiennych filarów mostowych:
A — ładunkami umieszczonymi na $^1/_3$ grubości podpory;
B — ładunkami umieszczonymi na $^1/_2$ grubości podpory;
1 — ładunki

Rękawy wykonuje się pracując z pomostów, tratew lub łodzi ręcznymi i zmechanizowanymi narzędziami.

Celem przyspieszenia wykonania można stosować wysadzanie nabojami mat. wyb. (200—400 g) stopniowo posuwając się od zewnątrz do końcowej części rękawa.

Przy ładunkach umieszczonych w niszy, R równa się grubości podpory.

Dla ładunków wydłużonych, przy grubości filarów do 2 m, wykonuje się bruzdę o długości nie mniejszej niż 0,5 długości filara. W celu udogodnienia zakładania ładunków lepiej jest wykonać dwie bruzdy w odstępie 0,5 m jedna od drugiej (rys. 109).



Rys. 109. Wysadzanie kamiennej podpory mostowej za pomocą ładunków umieszczonych w bruzdach:
A — widok z boku; B — przekrój poziomy wzdłuż N-1; 1 — bruzdy

Przy umieszczaniu ładunków w bruzdach należy zwracać uwagę na to, by ładunek swą szeroką powierzchnią ściśle przylegał do podpory i aby deska wydłużonego ładunku znajdowała się z zewnętrznej jego strony lub z boku, a nie pomiędzy ładunkiem i podporą.

We wszystkich wypadkach przy wysadzaniu podpór konieczne jest uszczelnianie ładunków; uszczelnianie przeprowadza się:

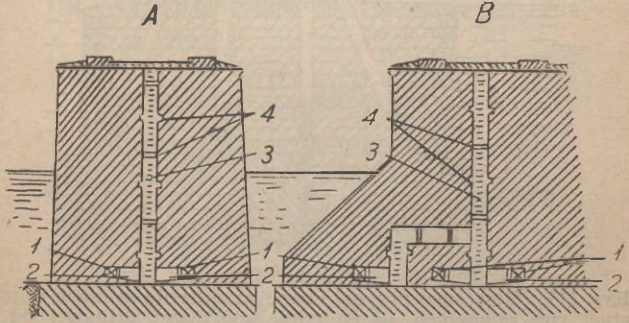
a) przy ładunkach w rękawach — workami z ziemią;

b) w niszach — deskami lub dylami;
c) w bruzdach — deskami lub dylami podpieranymi przy niegłębokiej wodzie drewnianymi podporkami (słupami).

164. W niektórych mostach w trakcie ich budowy przygotowuje się zawczasu w filarach urządzenia minowe.

Rodzaj takich urządzeń zależy od grubości podpór:
a) przy grubości ponad 3 m wykonuje się komory minowe ze studniami, a czasem i z rękawami (pkt 165);
b) przy grubości od 2 do 3 m wykonuje się rury minowe (pkt 166);
c) przy grubości poniżej 2 m wykonuje się nisze przykrywane metalowymi pokrywami lub specjalnymi kamieniami posiadającymi wygląd i kolor powierzchni podpory.

165. Komory minowe (rys. 110) wykonuje się na dnie studzien albo odchodzących od nich rękawów.



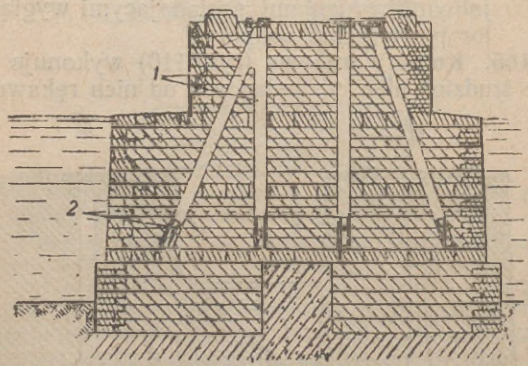
Rys. 110. Zawczasu przygotowane urządzenia minowe w postaci studzien minowych w filarach mostowych o grubości ponad 3 m:
A — filar bez łamacza lodu; B — filar z łamaczem lodu; 1 — komora minowa na ładunek; 2 — rękaw; 3 — studnia minowa; 4 — rowki na uszczelnienie

W podporze bywają jedna lub dwie studnie. Poprzeczne wymiary studni wynoszą zazwyczaj 0,9×0,9 m lub 1×1 m.

Wymiary komór minowych, których w filarze bywa zazwyczaj od dwóch do czterech, przyjmujemy równe wymiarom ładunku skupionego w formie sześcianu obliczonego dla danej podpory.

Po uzbrojeniu komór minowych rękawy i studnie uszczelnia się workami z ziemią.

166. Rury minowe wykonuje się pionowo lub ukośnie. Ilość rur w podporze waha się od trzech do pięciu. Rury bywają o przekroju okrągłym lub kwadratowym; średnica lub bok kwadratu wynosi 0,3 m; głębokość rury sięga do fundamentu (rys. 111).



Rys. 111. Zawczasu przygotowane urządzenia minowe w postaci rur minowych w podporze mostowej grubości od 2 do 3 m:
1 — rury minowe; 2 — ładunki

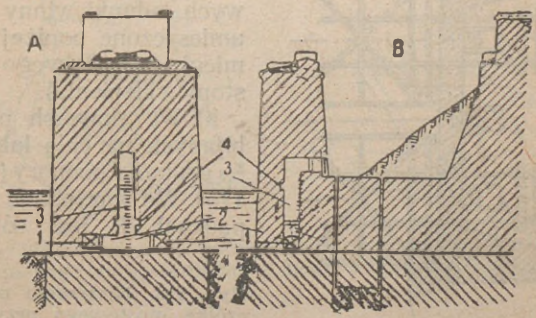
Ładunki wiąże się odpowiednio do kształtu i rozmiarów rury. Do ładunku przymocowuje się sznur, za

pomocą którego opuszczamy ładunek do rury lub w razie potrzeby wyjmujemy go z niej (na przykład jeśli nie zaszła potrzeba wysadzenia przygotowanego do zniszczenia mostu).

Po uzbrojeniu rurę uszczelnia się klocami z drzewa o długości do 1 m każdy, o przekroju przystosowanym do rury. Sznur do ładunku przymocowuje się do klamry znajdującej się na dolnym końcu dolnego kloca, sznur od górnego końca dolnego kloca — do dolnego końca następnego kloca itd. Powyższy sposób daje, przy konieczności rozbrojenia, możliwość wydobycia kloców i ładunku.

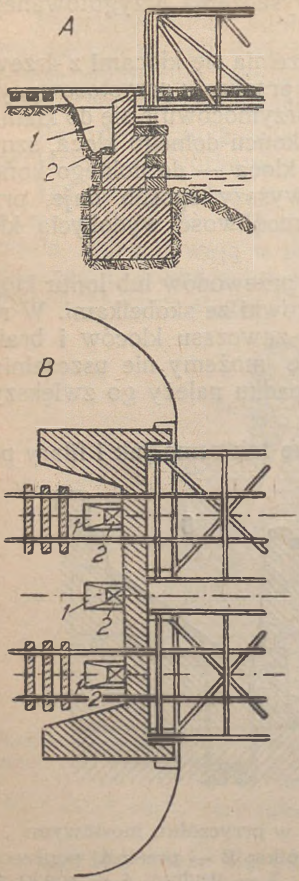
Celem przeprowadzenia przewodów lub lontu kloce winny być zaopatrzone w rowki ze skobelkami. W razie braku przygotowanych zawczasu kloców i braku czasu na ich przygotowanie możemy nie uszczelniać ładunku, jednak w tym wypadku należy go zwiększyć o 25%.

167. Przyczółki mostowe tak samo jak i filary po-



Rys. 112. Studnia minowa w przyczółku mostowym:
A — przekrój podłużny przyczółka; B — przekrój poprzeczny; 1 — komory; 2 — rękawy; 3 — studnia; 4 — rowki na uszczelnienie

siadają niekiedy zawczasu przygotowane studnie minowe.



Przyczółki mostowe, nie posiadające zawczasu przygotowanych urządzeń minowych, niszczy się ładunkami skupionymi rozmieszczonymi w zależności od warunków (pora roku, konieczność ruchu na moście itp.) w sposób następujący:

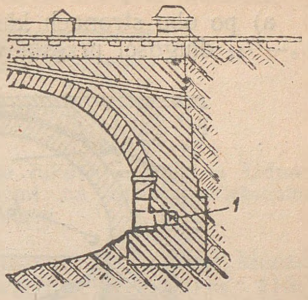
a) W studniach wykopanych przy odbrzeżnej powierzchni przyczółka (rys. 113), głębokość ich powinna być przy tym większa od grubości podstawy (w mostach łukowych ładunki winny być umieszczone poniżej kamienia łożyskowego lub stopy sklepienia).

b) W rękawach przebijanych na całą lub na $^2/_3$ grubości podpory (rys. 115). We wszystkich wypadkach R jest równe

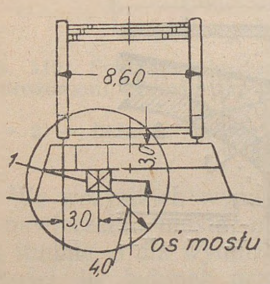
Rys. 113. Niszczenie przyczółka mostowego przy użyciu ładunków umieszczonych w studniach: A — przekrój; B — plan; 1 — studnia; 2 — ładunki

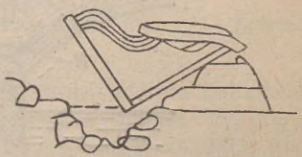
całkowitej grubości przyczółka mostowego; odległość pomiędzy ładunkami — 1,5 R a pomiędzy skrajnym ładunkiem i szczytem podpory — 0,75 R.

168. We wszystkich wypadkach należy dążyć do zwalenia przęseł mostu na bok. W tym celu ładunki w podporach należy umieszczać nie w osi mostu, a z boku (rys. 115). Jeśli ładunków jest kilka, rozmieszcza się je na różnej wysokości.



Rys. 114. Niszczenie przyczółka mostowego przy użyciu ładunków umieszczonych w rękawach:
1 — ładunek





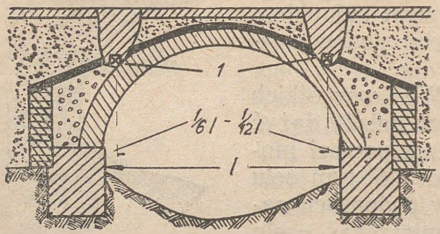
Rys. 115. Niszczenie podpory mostowej za pomocą ładunku skupionego, umieszczonego z boku osi mostu: 1 — ładunek

F) Niszczenie mostów łukowych

169. Kamienne i betonowe mosty łukowe niszczy się ładunkami skupionymi lub wydłużonymi.

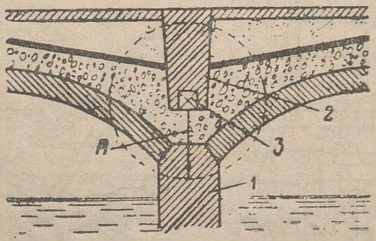
Ładunki skupione rozmieszcza się:

a) po obu stronach klucza sklepienia w granicach $^1/_6$—$^1/_{12}$ długości przęsła w świetle (rys. 116);



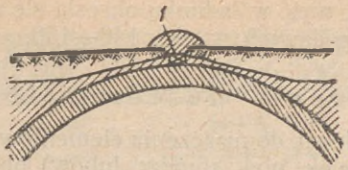
Rys. 116. Niszczenie łuków mostowych przy użyciu ładunków skupionych, umieszczonych po obu stronach klucza sklepienia: 1 — ładunki

b) nad podporami (rys. 117);



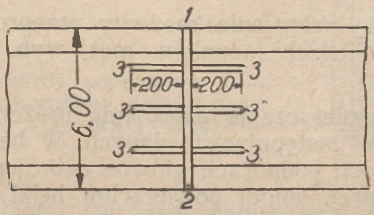
Rys. 117. Niszczenie mostu łukowego ładunkami skupionymi, umieszczonymi nad podporami:
1 — podpora; 2 — studnia; 3 — ładunek

c) na kluczu sklepienia (rys. 118) — przy pospiesznym niszczeniu, przyjmując do obliczenia ładunku duże R.



Rys. 118. Pospieszne niszczenie łuków mostowych ładunkami skupionymi, umieszczonymi na kluczu sklepienia: 1 — ładunek

Ładunki wydłużone umieszcza się wzdłuż klucza sklepienia i oprócz tego wzdłuż mostu (rys. 119).



Rys. 119. Schemat niszczenia mostu łukowego ładunkami wydłużonymi, rozmieszczonymi wzdłuż klucza sklepienia i wzdłuż mostu:
1 — 2 — ładunki wzdłuż klucza sklepienia; 3 — ładunki wzdłuż mostu

We wszystkich wypadkach umieszczania ładunków w nawierzchni mostu, na ładunki skupione wykonuje się studnie, a dla wydłużonych — bruzdy o takiej głębokości, by ładunek przylegał bezpośrednio do sklepienia lub do jego zasypki; grubość materiału, którą należy przeciąć, będzie promieniem R przy obliczaniu wielkości ładunku.

Odległość od środka ładunku do zewnętrznej (wierzchniej) części nawierzchni powinna być większa od R. Jeśli osiągnąć tego nie możemy, należy wzmocnić uszczelnienie układając je na 1,5—2 R.

Ilość mat. wyb. w ładunku określa się na podstawie wskazówek podanych w pkt. 146—150.

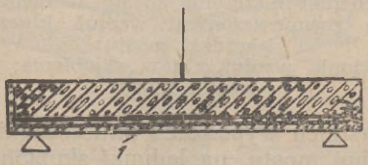
G) Niszczenie mostów żelbetowych

170. Ładunek do niszczenia elementów mostów żelbetowych (belek, płyt, słupów, łuków) oblicza się według pkt. 151—155.

W razie trudności przebicia uzbrojenia, przekroje przebicia należy w miarę możności wybierać tam, gdzie uzbrojenie jest słabsze, umieszczając ładunki możliwie blisko niego.

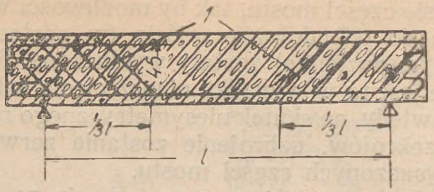
Obnażenie uzbrojenia możemy przeprowadzić za pomocą niewielkich ładunków mat. wyb. (kostki po 75 lub 200 g).

171. Rozmieszczenie uzbrojenia możemy określić na podstawie następujących danych. W belkach leżących na dwóch podporach główne uzbrojenie umieszczone jest przy dolnej powierzchni belki (rys. 120).

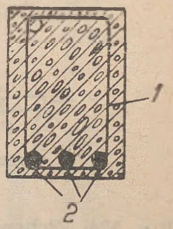


Rys. 120. Przekrój podłużny belki żelbetowej opartej na dwóch podporach: 1 — uzbrojenie

Końce prętów uzbrojenia zagięte są w postaci haków. Ze względu na siły tnące, występujące w belce przy podporach i celem wzmocnienia belki, końce prętów uzbrojenia odgięte są ku górze zazwyczaj na $\frac{1}{3}$ rozpiętości belki (rys. 121) oraz na całej jej długości założone są strzemiona (rys. 122).

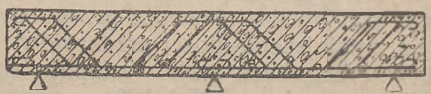


Rys. 121. Przekrój podłużny belki żelbetowej, z wzmocnionym uzbrojeniem, opartej na dwóch podporach: 1 — uzbrojenie



Rys. 122. Przekrój poprzeczny belki żelbetowej wzmocniony strzemionami: 1 — strzemię; 2 — pręty uzbrojenia

W belce ciągłej uzbrojenie wzmocnione jest również nad podporą środkową (rys. 123).



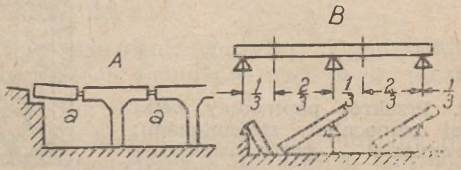
Rys. 123. Przekrój podłużny żelbetowej belki ciągłej na trzech podporach

Uzbrojenie podpór niekiedy bardzo silne rozmieszczone jest pionowo w całej płaszczyźnie przekroju poprzecznego.

172. Zasadnicze (główne) przekroje, w których przecina się most, nie powinny być symetryczne w stosunku do osi i podpór mostu, w celu wywołania obrócenia

walących się części mostu, tak by możliwości wykorzystania ich do odbudowy przejścia (w postaci mostu o obniżonym poziomie) zostały wykluczone. Szczególnie ważne jest to w wypadku nieprzecięcia uzbrojenia, ponieważ wtedy, na skutek niesymetrycznego rozmieszczenia przekrojów, uzbrojenie zostanie zerwane ciężarem wysadzonych części mostu.

Belki ciągłe wysadzane symetrycznie w stosunku do podpór mogą nie zawalić się (jeżeli uzbrojenie zostaje nie przecięte) i oddzielne ich części mogą zachować swe położenie w postaci wsporników (rys. 124).

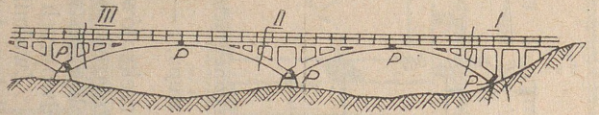


Rys. 124. Schemat zniszczenia żelazobetonowej belki ciągłej: A — niszczenie nieprawidłowe; B — niszczenie prawidłowe; a — nie przecięte uzbrojenie

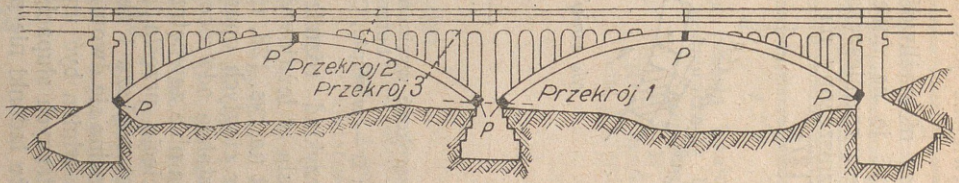
173. Wybierając zasadnicze przekroje przecięcia należy brać pod uwagę obecność przegubów; pozwalają one na zmniejszenie ilości przekrojów przecięcia, ponieważ w przegubach tych występuje rozdzielenie konstrukcji przęsła (rys. 125 i 126).

174. Podpory należy przecinać w płaszczyźnie ukośnej, uzgadniając nachylenie z żądanym kierunkiem zwalenia konstrukcji przęsła.

Niszczenie mostu przedstawionego na rys. 126, w przekroju 1 przy silnym nachyleniu przekroju do dołu, wywoła zawalenie się całego mostu, tzn. da największy efekt przy nieznacznej stracie sił i środków wybuchowych. Wysadzanie łuku w przekroju 2 jest wygodniejsze niż w przekroju 3, ponieważ w prze-



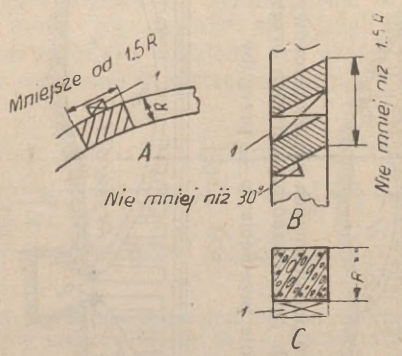
Rys. 125. Niszczenie trójprzegubowych żelazobetonowych łuków przęseł mostowych przy wysadzaniu dwóch przęseł:
I, II, III — przekroje przecięcia; p — przeguby



Rys. 126. Niszczenie mostu żelazobetonowego o łukach trójprzegubowych: sklepienie z giętkim uzbrojeniem; p — przeguby

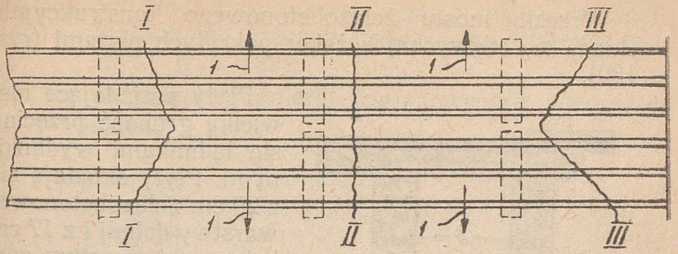
kroju 2 łatwiejsze jest umocowanie i uszczelnienie ładunku.

175. Przy niemożliwości przebicia uzbrojenia należy obnażyć je na dużej przestrzeni. W tym celu ładunki należy rozmieszczać z takim wyliczeniem, aby beton był zniszczony na długości nie mniejszej niż 1,5 R (rys. 127).

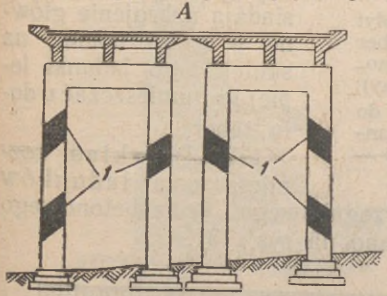


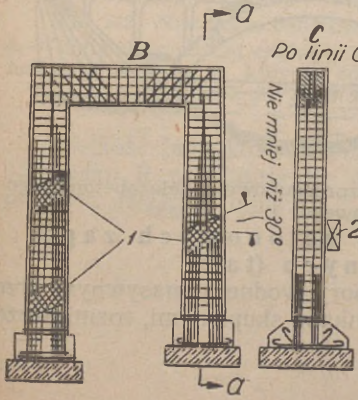
Rys. 127. Szerokość wycinanego pasa w elementach żelazobetonowych:
A — w łuku; B — w słupie; C — przekrój słupa; 1 — ładunki

176. Przykład rozmieszczenia przekrojów przecięcia przęsła w leżajowym moście żelazobetonowym podany jest na rys. 128, na którym pokazano w planie sześć żeber ciągłych opartych na podwójnych podporach w kształcie odwróconej litery u. Zwalenie przewidziano na obie zewnętrzne strony, dlatego też szerokość przecięcia przęsła z zewnętrznych stron konstrukcji jest większa i zewnętrzne słupy podwójnych podpór przecina się dwoma ładunkami (rys. 129), z których jeden winien być umieszczony niżej niż ładunki na wewnętrznych słupach podpór podwójnych (przyjmuje się, że ładunki nie przebiją uzbrojenia).



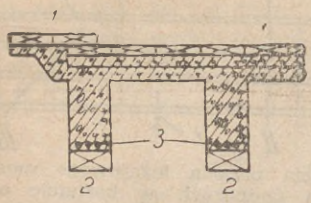
Rys. 128. Przekroje przecięcia przęsła leżajowego mostu żelbetowego na podwójnych podporach w kształcie odwróconej litery u: I — I, II — II, III — III — przekroje przecięcia; 1 kierunek zwalenia





Rys. 129. Niszczenie podpór żelazobetonowych w kształcie odwróconej litery u: A — przekrój poprzeczny mostu; B — przekrój pionowy jednej podpory; C — przekrój wewnętrznego słupa podpory z jednym ładunkiem; 1 — pasy betonu wysadzanego ładunkami; 2 — ładunek

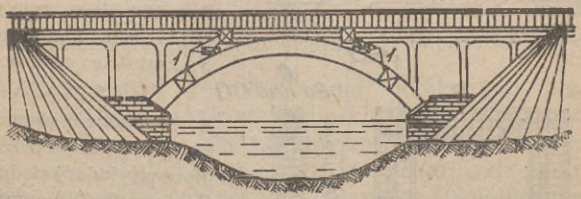
Przęsło mostu żelazobetonowego konstrukcyjnie składa się zazwyczaj z żeber pokrytych płytami (rys. 130).



Rys. 130. Niszczenie płyt żelazobetonowych i żeber przęsła mostu żelazobetonowego (przekrój poprzeczny): 1 — ładunek wydłużony do niszczenia płyty; 2 — ładunki do niszczenia żeber; 3 — uzbrojenie

Płyty posiadające niewielką grubość przecina się ładunkami wydłużonymi. Płyty składają się z 20 cm żelazobetonowej warstwy dolnej i z 17 cm betonowej warstwy górnej (jezdni). Żebra posiadają uzbrojenie główne w części dolnej; na skutek tego ładunki lepiej jest umieszczać u dołu żeber.

177. Przykład rozmieszczenia ładunków do niszczenia bezprzegubowego żelazobetonowego mostu łukowego podano na rys. 131.

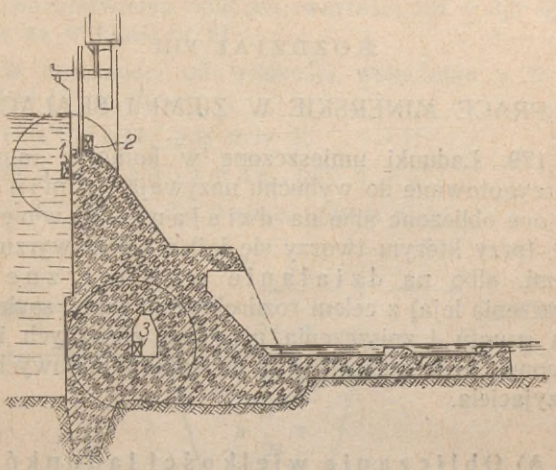


Rys. 131. Niszczenie bezprzegubowego żelazobetonowego mostu łukowego: 1 — ładunki

H) Niszczenie betonowych zapór wodnych (tam)

178. Betonowe zapory wodne z masywnym przelewem niszczy się ładunkami skupionymi, rozmieszczonymi:

a) pod wodą przy górnej części przelewu lub przy filarach, na których opierają się ruchome zastawy (rys. 132);
b) w podłużnej galerii, znajdującej się wewnątrz zapory.



Rys. 132. Niszczenie betonowej zapory wodnej (tamy):
1 — ładunek w górnej części przelewu, pod wodą; 2 — ładunek przy filarze, na którym opiera się ruchoma zastawa; 3 — ładunek na podłużnej galerii zapory

Wielkość ładunków oblicza się według pkt. 146 — 150; jako R przyjmuje się albo grubość filaru, albo promień działania miny.

ROZDZIAŁ VIII

PRACE MINERSKIE W ZIEMI I SKAŁACH

179. Ładunki umieszczone w komorze minowej i przygotowane do wybuchu nazywają się *minami*. Są one obliczone albo na *działanie zewnętrzne* (przy którym tworzy się lej) z celem wyrzucenia ziemi, albo na *działanie wewnętrzne* (bez tworzenia leja) z celem rozdrobnienia skały, spulchnienia gruntu i zniszczenia urządzeń obronnych i nieobronnych, w szczególności chodników minowych nieprzyjaciela.

A) Obliczanie wielkości ładunków

180. Wielkość ładunku określa się na podstawie ogólnego wzoru:

$$Ł = Kh^3 (0{,}4 + 0{,}6\ n^3),$$

gdzie Ł — waga ładunku w kg;

K — współczynnik, zależny od rodzaju gruntu i mat. wyb.; określa się go na podstawie tabeli nr 17;

h — linia najmniejszego oporu w metrach — najkrótsza odległość od środka ładunku do powierzchni ziemi;

n — wskaźnik miny — stosunek promienia leja (zmierzonego na powierzchni ziemi) do linii najmniejszego oporu ($n = \frac{r}{h}$) przyjmuje się nie większy od 3.

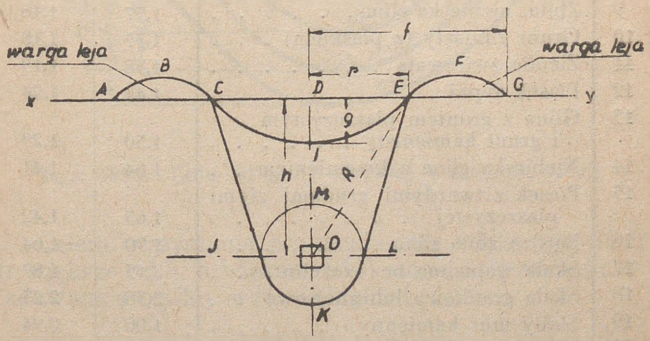
Dla ułatwienia obliczeń, wartości $0{,}4 + 0{,}6\ n^3$ podane są w tabeli nr 21.

W zależności od wielkości wskaźnika *n* miny dzielą się na:

1) zwykłe, gdy $n = 1$;

2) przeładowane, gdy $n > 1$;

3) niedoładowane, gdy $n < 1$;



Rys. 133. xy — poziom ziemi; JMLK — komora ciśnień; CJKLE — lej rzeczywisty; CIE — lej pozorny; r=CD=DE — promień leja; h=DO — linia najmniejszego oporu; g=DI — widoczna głębokość leja (głębokość leja pozornego); f=AD=DG — promień koła wstrząśnienia; R=OC=OE — promień działania (wybuchu); $\frac{r}{h} = n$ — wskaźnik miny

Tabela nr 17

Wielkość współczynnika K dla różnych rodzajów skał i gruntów

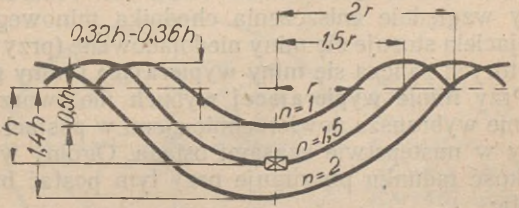
L. p.	Nazwa gruntów i skał	Wielkość K	
		dla mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu	dla mat. wyb. o normalnej sile wybuchu
1	Świeżo nasypana pulchna ziemia	0,50	0,43
2	Żółtawa ziemia piaszczysta . . .	0,95	0,82
3	Ziemia roślinna	1,10	0,95
4	Ziemia z piaskiem i tłuczniem . .	0,98	0,85
5	Ścisły czysty piasek	1,20	1,03
6	Piasek wilgotny	1,27	1,10
7	Grunt piaszczysty (zbity piasek) .	1,29	1,10
8	Ziemia zmieszana z kamieniami . .	1,36	1,17
9	Zbita, niebieska glina	1,37	1,18
10	Grunt gliniasty (z piaskiem) . . .	1,37	1,18
11	Ziemia żwirowata	1,38	1,19
12	Piasek sypki	1,44	1,24
13	Glina z gruntem piaszczystym i grunt kamienisty	1,50	1,29
14	Niebieska glina z krzemieniem . .	1,64	1,41
15	Piasek z twardymi grudami ziemi piaszczystej	1,65	1,42
16	Bardzo zbita glina	1,90	1,64
17	Skała wapienna bez szczelin . . .	2,15	1,87
18	Skała granitowa lub gnejsowa . .	2,58	2,25
19	Słaby mur kamienny	1,06	0,94
20	Mur średni	1,50	1,30
21	Mur dobry	2,15	1,81
22	Bardzo dobry mur na zaprawie cementowej	2,40	2,09
23	Mur z kamienia naturalnego . . .	2,82	2,45
24	Dobry beton cementowo-granitowy	3,59	3,12

Uwaga. Przy istnieniu szczelin wielkości K mogą być zmniejszone 1,5—2 razy.

181. Celem otrzymania leja stosuje się miny zwykłe lub przeładowane, skutek działania których określa się wymiarami wytworzonego leja. Jeśli chcemy otrzymać promień leja równy linii najmniejszego oporu (r = h; n = 1), należy stosować minę zwykłą i wtedy ogólny wzór ładunku (pkt 18) jest prostszy:

$$Ł = Kh^3.$$

Widoczna głębokość leja będzie w tym wypadku wynosiła około 0,5 h (rys. 133).



Rys. 133a. Leje od miny zwykłej i przeładowanej

Celem otrzymania promienia leja większego od h (r większe od h, n większe od 1) stosuje się minę przeładowaną i ogólny wzór ładunku będzie:

$$Ł = Kh^3 (0{,}4 + 0{,}6\ n^3).$$

Na przykład, przy n = 1,5 promień leja będzie większy od linii najmniejszego oporu 1,5 razy; przy n = 2 — 2 razy (rys. 133).

Widoczna głębokość leja przy minie przeładowanej nie może być równa albo większa od h (tabela nr 18, w której podane są przybliżone dane).

Tabela nr 18

Widoczna głębokość leja (leja pozornego) i wysokość wargi

Wskaźnik miny	1,0	1,25	1.5	1,75	2,0
Widoczna głębokość leja	0,5 h	0,75 h	1.0 h	1.2 h	1,4 h
Wysokość wargi	od 0,32 h do 0,36 h				

182. Przy minie zwykłej i przeładowanej działanie wybuchu w dół jest nieznaczne.

183. Celem spulchnienia ziemi lub rozdrobnienia skały względnie zniszczenia chodnika minowego nieprzyjaciela stosuje się miny niedoładowane (przy $n < 1$), do których zalicza się **miny wypierające i miny głuche.**

Przy **minie wypierającej** wybuch nie tworzy leja, jedynie wybrzusza powierzchnię ziemi w postaci kopca, który w następstwie czasami osiada. Ogólny wzór na wielkość ładunku przyjmuje przy tym postać bardziej prostą:

$Ł = 0{,}4\ Kh^3$ (tak jak przy $r = 0$ i $n = 0$),

tj. ładunek wynosi $^2/_5$ ładunku miny zwykłej.

Rezultatem działania takiej miny jest rozdrobnienie skały na drobne kawałki.

Przy **minie głuchej** skutek działania wybuchu na powierzchni ziemi nie uwidacznia się; waga ładunku jest równa $^1/_5$ ładunku miny zwykłej, tj.:

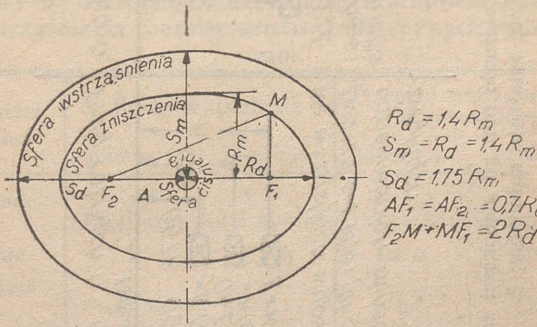
$$Ł = 0{,}2\ Kh^3.$$

Miny głuche stosujemy do rozdrabniania skał na duże bryły.

184. Przy minie głuchej i wypierającej działanie wybuchu rozprzestrzenia się na wszystkie strony, jednak w większym stopniu w kierunku poziomym niż pionowym; przekrój sfery działania ma kształt elipsoidy (rys. 134); promienie działania i promienie

wstrząśnienia (na zewnątrz sfery wstrząśnienia budowle są bezpieczne) określa się na podstawie tabeli nr 19.

Należy brać pod uwagę, że błąd w określeniu odległości od ładunku do dolnej powierzchni może doprowadzić do tego, że przy twardych skałach i mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu, zamiast zniszczenia w granicach elipsoidy, utworzy się po prostu lej, który nie dosięgnie chodnika nieprzyjaciela lub obiektu umocnieniowego przeznaczonego do zniszczenia.

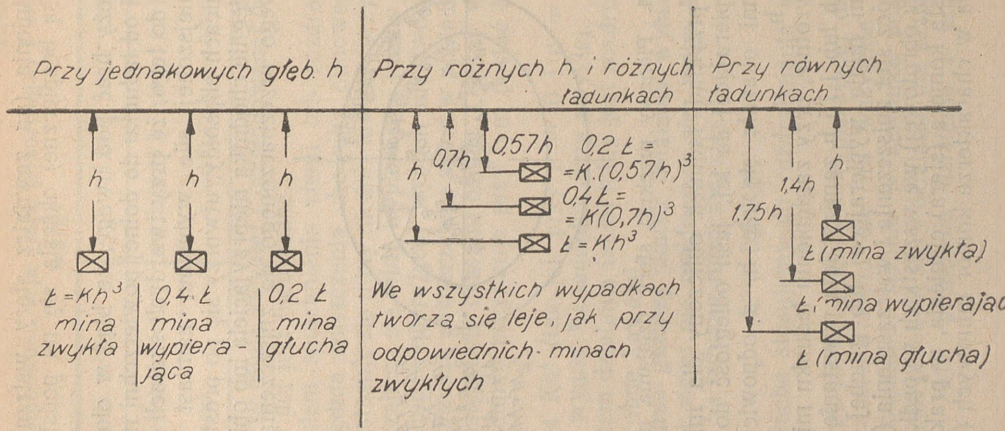


Rys. 134. Pionowy przekrój sfery działania miny głuchej

Na przykład, ładunek obliczony dla miny głuchej lub wypierającej da lej, jeśli odległość do dolnej powierzchni okazała się nie h, a odpowiednio 0,57 h lub 0,7 h.

Odwrotnie, przy zagłębieniu ładunku miny zwykłej do 1,4 h lub 1,75 h zamiast leja powstanie skutek odpowiedni minie wypierającej lub głuchej (rys. 135).

Oprócz sfer zniszczenia i wstrząśnienia (w kształcie elipsoidy obrotowej) we wszystkich wypadkach tworzy się kulista komora (sfera) ciśnienia, w praktyce wykorzystana w charakterze komór minowych (pkt 193).



Rys. 135. Zależność min od głębokości założenia i wielkości ładunków: h — głębokość założenia ładunków; Ł — wielkość (waga) ładunków

Aby nakreślić elipsę (rys. 134), od środka ładunku A odmierza się w prawo i lewo po 0,7 R (tabela nr 16) i zaznacza się F_1 i F_2; następnie bierze się nitkę i na niej, w odległości 2R, zawiązuje się węzełki, które przykłuwa się do punktów F_1 i F_2; następnie, naciągnąwszy nić, ostrzem ołówka wykreśla się elipsę, której wewnętrzne punkty będą znajdowały się w sferze działania miny (jedno z położeń nitki F_2 M F_1 z ostrzem ołówka w punkcie M pokazane jest na rys. 134).

Tabela nr 19

Wzory dla określenia maksymalnych promieni działania i wstrząśnienia (bezpieczeństwa) dla różnych rodzajów min

Rodzaj miny	Promień działania		Promień wstrząśnienia (bezpieczeństwa)	
	pionowy	poziomy	pionowy	poziomy
Przeładowane . .	$h\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6n^3}$	$1{,}4h\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6n^3}$	$1{,}4h\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6n^3}$	$1{,}75h\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6n^3}$
Zwykłe .	h	1.4 h	1,4 h	1,75 h
Wypierające . . .	0.7 h	h	h	1,2 h
Głuche .	0,57 h	0.8 h	0,8 h	h

Uwaga. O ile nieprzyjacielski chodnik minowy będzie uszczelniony, promień działania zmniejsza się prawie 2-krotnie.

185. Przy wszystkich rodzajach min uszczelnienie należy dawać do samego wierzchu, a przy ładunkach w chodnikach minowych uszczelnienie powinno mieć długość równą dwom poziomym (dużym) promieniom działania (2 R_d) przy mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu i 1,25 R_d przy mat. wyb. o normalnej sile wybuchu.

Przykład obliczenia miny wypierającej jest podany w punkcie 269.

B) Wysadzanie ziemi

186. Wysadzanie ziemi przeprowadza się w celu otrzymania lejów, rowów przeciwczołgowych, dołów, wykopów pod różne budowle itp.

Wysadzanie ziemi wymaga znacznej ilości mat. wyb., jednak daje możliwość wykonania pracy w bardzo krótkim czasie.

Przy wysadzaniu ziemi najdogodniejszy jest mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu.

W zależności od celu prac (tworzenie lejów, wykopów) i wymiarów tworzonych wykopów przeprowadza się:

a) wysadzanie pojedynczych ładunków;

b) jednoczesne wysadzanie szeregu ładunków;

c) dwu- i trójszeregowe wysadzanie ładunków.

187. Wysadzanie pojedynczych ładunków stosuje się w celu stworzenia lejów na drogach i przy wykonywaniu wykopów dla niewielkich budowli.

Średnicę leja określa się według wzoru:

$$D = 2\,n\,h.$$

Przybliżone wymiary widocznych głębokości lejów i wysokości warg podane są w tabeli nr 18.

188. Jednoczesne wysadzanie szeregu ładunków stosuje się celem otrzymania ciągłych wyrw (rowów, dołów) o trójkątnym przekroju. W tym celu ładunki (wysadzane równocześnie) rozmieszcza się w jednej linii w odstępach a_n określanych na podstawie wzoru:

$$a_n = h \sqrt[3]{0{,}4 + 0{,}6\,n^3}$$

i podanych w tabeli nr 20.

Tabela nr 20

Odstępy a_n

n	a_n	n	a_n
1	h	1,75	1,5 h
1.25	1.15 h	2.0	1.75 h
1,5	1,35 h	2.5	2,0 h

Wartości $\sqrt[3]{0{,}4 + 0{,}6\ n^3}$ podane są w tabeli nr 21.

Wielkość ładunków przy wysadzaniu jednoszeregowym określa się na podstawie takich samych wzorów jak i przy ładunkach pojedynczych (pkt. 180—181), jednak przy h < 1,5 m ładunki zwiększa się o 25—50%. Szerokość wyrwy określa się na podstawie wzoru D = 2 n h, przy odległości między ładunkami wynoszącej:

$$a_n = h \sqrt[3]{0{,}4 + 0{,}6\ n^3}$$

Tabela nr 21

Wartość wyrażeń $(0{,}4+0{,}6\ n^3)$ i $\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6\ n^3}$

Wskaźnik miny n	$0{,}4+0{,}6\ n^3$	$\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6n^3}$	Wskaźnik miny n	$0{,}4+0{,}6\ n^3$	$\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6n^3}$	Wskaźnik miny n	$0{,}4+0{,}6\ n^3$	$\sqrt[3]{0{,}4+0{,}6n^3}$
0,50	0.480	0.782	1.35	1.88	1.23	2.20	6.79	1.89
0,55	0.506	0.796	1,40	2.05	1.27	2,25	7.27	1.94
0,60	0,530	0,810	1,45	2.27	1,31	2,30	7,70	1.98
0,65	0,566	0,825	1,50	2.43	1,34	2,35	8.20	2,02
0,70	0.610	0.848	1.55	2.64	1,38	2.40	8.69	2.05
0,75	0.654	0.868	1.60	2.86	1.42	2.45	9,28	2.10
0.80	0,700	0.887	1.65	3.10	1.46	2.50	9.78	2.14
0,85	0.769	0,915	1.70	3,35	1,49	2,55	10.35	2,18
0.90	0.840	0.943	1.75	3.63	1.535	2,60	10,95	2,22
0,95	0,915	0.970	1.80	3.90	1.57	2,65	11.60	2.26
1.00	1,000	1,000	1.85	4,21	1,61	2.70	12.20	2.30
1,05	1.095	1,020	1.90	4.52	1.65	2.75	12.90	2.34
1,10	1.200	1.060	1.95	4.87	1.68	2.80	13.60	2.38
1,15	1,315	1.100	2.00	5.20	1.73	2.85	14.30	2.42
1.20	1,437	1,130	2.05	5,60	1.77	2,90	15.00	2.46
1.25	1,527	1.160	2.10	5.96	1.81	2,95	15.90	2,51
1.30	1,720	1.200	2.15	6.40	1.85	3.00	16.60	2,55

Przy zbliżeniu ładunków szerokość wyrwy zwiększa się, przy oddaleniu — zmniejsza się, przy znacznym oddaleniu ładunków wyrwa w przerwach pomiędzy ładunkami jest bardzo zwężona.

Widoczna głębokość wyrwy zależy od linii najmniejszego oporu, wskaźnika miny n i rodzaju gruntu. Przybliżone wartości widocznych głębokości wyrw od powierzchni ziemi i wysokości warg w zależności od h podane są w tabeli nr 18.

Zbliżenie ładunków na odległość mniejszą od a_n ma mały wpływ na głębokość wyrwy, zwiększa jedynie wysokość wargi.

Przy odległości pomiędzy ładunkami większej od a_n głębokość wyrw zmniejsza się i w przerwach pomiędzy nimi powstają przesmyki.

Tworzenie wyrw o trójkątnym przekroju przeprowadza się ładunkami obliczonymi dla n od 1,5 do 2,0.

189. Dwu- lub trójszeregowe wysadzanie stosujemy dla tworzenia wyrw, których szerokość winna dwukrotnie przekraczać głębokość.

W tym wypadku odległości pomiędzy szeregami ładunków i pomiędzy ładunkami w szeregach powinny być równe odległościom przy wysadzaniach jednoszeregowych.

Ładunki rozmieszcza się w szachownicę.

Przy wysadzaniu dwuszeregowym wskaźnik miny n przyjmuje się = od 1,5 do 2,5. Przy wysadzaniu trójszeregowym wartości n w szeregu środkowym przyjmuje się o 0,25—0,5 razy większe niż w szeregach skrajnych.

190. Przy małych liniach najmniejszego oporu (do 2—2,5 m) nie zawsze możemy określić dostatecznie dokładnie wielkość współczynnika K, na skutek różnorodności gruntów (darnina, gleba). Dlatego też niezbędne jest dla dokładności obliczeń możliwie dokładne określenie współczynnika K.

Określenie współczynnika K przeprowadza się w taki sposób:

a) wybrawszy K z tabeli nr 17, określa się wielkość trzech ładunków — przy h równym 1,25, 1,5 i 2 m ze wzoru:

$$Ł = Kh^3 (0{,}4 + 0{,}6\ n^3);$$

b) umieszcza się ładunki na wyliczonej głębokości i wysadza się je;

c) w każdym leju mierzy się na powierzchni ziemi dwa prostopadłe do siebie promienie i dla każdego wybuchu określa się:
przeciętny promień, ze wzoru:

$$D_p = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

rzeczywistą wielkość n, ze wzoru:

$$n = \frac{D_p}{2\,h}$$

współczynnik zużycia mat. wyb., ze wzoru:

$$K = \frac{Ł}{h^3\ (0{,}4 + 0{,}6\ n^3)}$$

przeciętny współczynnik zużycia mat. wyb. (na podstawie wszystkich trzech wybuchów):

$$K_p = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3}$$

Dla większej pewności doświadczenie powtarza się jeszcze raz.

191. Ładunki do wysadzania ziemi zakłada się w szybach, studniach minerskich lub otworach wiertniczych poszerzonych u dołu. W gruntach wilgotnych ładunki należy umieszczać w opakowaniach wodoszczelnych.

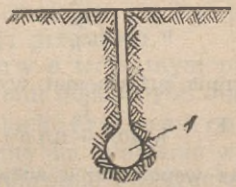
192. Wykonanie, załadowanie i uszczelnianie szybów i studni (przy dużych liniach najmniejszego oporu) jest przedmiotem innej instrukcji („Minerstwo podziemne — wojna minowa")*). Przy małych liniach

*) Instrukcja ta jest w opracowaniu.

najmniejszego oporu celem umieszczenia ładunków wykopuje się wąskie doły (studnie), w bocznej ściance których wykopuje się komorę minową o wielkości równej objętości ładunku, w której umieszcza się ładunek.

Po zasypaniu ładunku warstwą ziemi o grubości nie mniejszej niż 0,5 m, należy ją szczelnie ubić; należy zwracać przy tym szczególną uwagę, by nie uszkodzić przewodów sieci zapalającej.

193. Celem umieszczenia ładunków na dnie otworów wiertniczych (rur minowych) wykonuje się komory minowe za pomocą jednej — dwóch nieuszczelnionych kostek mat. wyb.



Rys. 136. Otwór wiertniczy z komorą minową:
1 — komora minowa

Ładunek do utworzenia takiej komory może być obliczony według wzoru:

$$ł = K_0 \cdot Ł,$$

gdzie ł — waga ładunku mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu;

Ł — waga ładunku, dla którego przygotowuje się komorę minową;

K_0 — współczynnik zależny od rodzaju gruntu i równy:

ziemia roślinna, glina	0,003—0,005
wapniaki, margiel, łupki	0,01 —0,035
grunty zmarznięte gliniaste i torfowe	0,005—0,01
piaskowce, granity, sienity	0,06 —0,10
dolomity, wapniaki, mocne sienity . .	0,1 —0,2

Przy przeprowadzaniu wybuchu, w celu otrzymania komory minowej, wysadzający powinien znajdować się nie bliżej niż 25 m od otworu wiertniczego (rury minowej).

Po wybuchu warstwę ziemi, która zatyka niekiedy otwór wiertniczy, należy przebić świdrem lub drewnianym drążkiem. Jeśli objętość komory dla umieszczenia ładunku okaże się zbyt mała, należy przeprowadzić powtórne wysadzenie przy użyciu większej ilości mat. wyb.

Przy załadowaniu komór minowych początkowo wsypuje się połowę ładunku mat. wyb., następnie umieszcza się nabój zapałowy z zapalnikiem elektrycznym, po czym zasypuje się pozostałą część ładunku.

Celem zapobieżenia zatykaniu się otworów wiertniczych (rur minowych) przy wsypywaniu mat. wyb., szczególnie przy małych średnicach (35—50 mm) otworów, należy przeczyszczać otwory drążkiem po wsypaniu każdych 1—2 kg mat. wyb.

Wsypywanie mat. wyb. i przeczyszczanie otworów wiertniczych po opuszczeniu naboju zapałowego należy przeprowadzać z wielką ostrożnością.

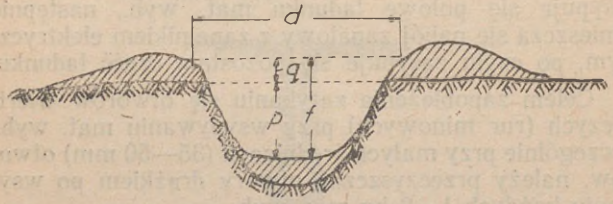
Przy stosowaniu kostek lub naboi mat. wyb. ładowanie komór minowych przeprowadza się tak samo, jedynie przeczyszczanie otworu wiertniczego przeprowadzamy po opuszczeniu każdego poszczególnego naboju (kostki). W gruntach sypkich (piasek, jałowa ziemia piaszczysta) tworzenie komór minowych przy pomocy mat. wyb. jest niemożliwe.

Przy wykonywaniu komór na dnie otworu wiertniczego nie należy stosować zapalników lontowych, ponieważ izolacja lontu po wybuchu może długo tlić się, co nie pozwala na umieszczenie głównego ładunku zaraz po utworzeniu się komory.

C) Budowa rowów przeciwczołgowych

194. Rowy przeciwczołgowe wykonujemy przez wysadzenie jednego szeregu ładunków (np. na drodze przechodzącej przez głęboki wykop lub po wysokim nasypie). Sposób taki należy stosować w twardych kamienistych gruntach.

W rowach tworzonych za pomocą wybuchów, jako głębokość rowu przyjmuje się głębokość wyrwy wraz z wysokością wargi na krawędziach wyrwy; jako szerokość rowu — wielkość d (rys. 137).



Rys. 137. Elementy rowu:
f — głębokość rowu; d — szerokość rowu; q — wysokość wargi; p — głębokość od powierzchni ziemi

Pochylenie ścian (skarp) wyrwy wynoszące około 45^0 otrzymuje się tylko przy n równym 1,5—2. Przy takich wartościach n głębokość i szerokość rowu określa się w przybliżeniu według wzoru:

$$f = 0{,}75\ n\ h;$$
$$d = 2{,}25\ n\ h,$$

gdzie f — głębokość rowu w m;
d — szerokość rowu w m;
n — wskaźnik miny;
h — linia najmniejszego oporu.

W celu utworzenia rowu przeciwczołgowego ładunki oblicza się według wzoru na wysadzanie ziemi (pkt. 180—181), rozmieszcza się je na odległościach a

(pkt 188) i wysadza jednocześnie przy zastosowaniu sieci zapalającej elektrycznej lub z lontu wybuchowego.

Linię najmniejszego oporu (h), która nie powinna być mniejsza od 1,5 m określa się ze wzoru:

$$h = 1{,}33 \sqrt[n]{f}$$

Podstawowe dane dla rowów przeciwczołgowych podane są w tabeli 22, w której wielkości ładunków wyliczone są dla współczynników K, wziętych z tabeli nr 17. Różne gleby oznaczane są w taki sposób:

I — ziemia z piaskiem i żwirem; II — wilgotny piasek; III — glina z ziemią piaszczystą i kamienisty grunt; IV — bardzo mocna glina.

Tabela nr 22

Podstawowe dane dla rowów przeciwczołgowych przy budowie ich sposobem wysadzania mat. wyb.

Przeznaczenie rowu	Głębokość rowu w m	Szerokość rowu w m	Wskaźnik miny n	Linia najmniejszego oporu w m	Odległość między ładunkami w m	Głębokość założenia ładunku	Wielkość ładunku z amonitu dla rozmaitych gruntów w kg				Zużycie amonitu na 1 mb. rowu dla rozmaitych gruntów w kg			
							I	II	III	IV	I	II	III	IV
Dla ciężkich czołgów	2.5	7.5	2.0	1.66	2,9	1,9	23,4	30,4	35,9	45.5	8.2	10,7	12,6	16,0

195. Jeżeli poziom wód gruntowych znajduje się blisko powierzchni ziemi (mniej niż 1 m) lub jeśli w terenie, o gruncie podatnym na działanie wód, są wody powierzchniowe (rzeki, strumienie itp.) — rowów o dużej głębokości wykonywać nie można, ponieważ napełniają się one szybko wodą. Jednakże rów taki zapełniony rozrzedzoną ziemią jest dobrą przeszkodą

przeciwczołgową. Budowę rowów w takich warunkach można przeprowadzać ze znacznie mniejszym zużyciem mat. wyb.

W takich wypadkach linię najmniejszego oporu przyjmuje się jako h = 1,5 m.

Odległość między ładunkami a" = 2,25—2,5 m; wskaźnik miny n = 1, tzn. Ł = K h^3.

Dokładne określenie współczynnika K jest wówczas konieczne.

D) Spulchnianie ziemi przez wysadzanie mat. wyb.

196. Spulchnianie ziemi przez wysadzanie stosuje się w kamieniołomach i przy wydobywaniu materiałów budowlanych, a także celem umożliwienia wydobywania mechanicznymi kopaczkami lub sposobem ręcznym twardych (zmarzniętych) gruntów lub skał (przy tworzeniu wykopów).

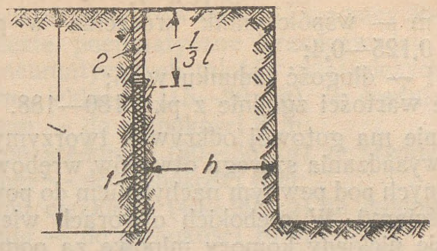
Wysadzanie w celu spulchnienia ziemi można wykonać jednym z następujących sposobów:

a) przy zastosowaniu otworów wiertniczych,
b) „ „ rur minowych,
c) „ „ komór minowych.

197. Otwory wiertnicze (sposób a) stosuje się w tych wypadkach, kiedy chcemy otrzymać jednorazowo niewielką ilość rozdrobnionej skały. Przy tym sposobie ładunki umieszcza się w otworach wiertniczych o średnicy 30—60 mm i o głębokości zwykle nie większej od 3 m.

Otwory wiertnicze (rys. 138) rozmieszcza się równolegle do odkrywki w jednym lub kilku szeregach i naboje wysadza się równocześnie za pomocą zapalania elektrycznego lub lontem wybuchowym.

Uwaga. Odkrywką nazywamy obnażoną powierzchnię skały (pionową lub poziomą).



Rys. 138. Otwór wiertniczy:
1 — ładunek mat. wyb.; 2 — uszczelnienie

Odległość pomiędzy osią otworu wiertniczego i odkrywką przyjmuje się jako linię najmniejszego oporu (h) i bierze się nie większą niż 0,6 l (l — długość otworu wiertniczego w m).

Odległość między otworami wiertniczymi w szeregu przyjmuje się od 0,5 do 2 linii najmniejszego oporu, w zależności od twardości skały, stopnia żądanego skruszenia, jakości mat. wyb. i średnicy otworów wiertniczych. Wielkość ładunku, przy jego długości nie większej od h, określa się jak dla miny wypierającej lub głuchej (pkt. 180—183), tj. ze wzorów:

$$Ł = 0{,}4\ Kh^3 \text{ lub } Ł = 0{,}2\ Kh^3.$$

W zależności od żądanego stopnia skruszenia można stosować również pośrednie współczynniki kruszenia (między 0,2 i 0,4).

Jeśli chcemy skałę jedynie odłupać, możemy ograniczyć się do zastosowania współczynnika 0,125. Dokładną wartość współczynnika określa się próbnymi wybuchami. Wielkość ładunków o długości większej od h określa się ze wzoru:

$$Ł = m K h^2 l,$$

gdzie m — współczynnik kruszenia w granicach 0,125—0,4;

l — długość ładunku w m;

pozostałe wartości zgodnie z pkt. 180—188.

Jeśli nie ma gotowej odkrywki, tworzymy ją przy pomocy wysadzania szeregu otworów wrębowych rozmieszczonych pod pewnym nachyleniem do powierzchni skarpy (ściany). W głębokich otworach wiertniczych tworzy się niekiedy komory minowe za pomocą mat. wyb.

Wiercenie otworów wiertniczych w twardych ziemiach przeprowadza się ręcznie lub mechanicznie (pneumatycznymi młotami wiertniczymi).

Ręczne wiercenie może być dokonane przez jednego, dwóch lub trzech ludzi względnie sposobem taranowym.

Ręczne wiercenie przez jednego człowieka stosuje się przy średnicy otworów do 35 mm, przy czym używa się świdra ręcznego i młota o ciężarze 2—2,5 kg.

Wiercenie przy pracy dwóch ludzi stosuje się przy średnicy otworów do 60 mm; przy tym jeden miner pracuje świdrem, a drugi młotem (4—8 kg).

Celem przyspieszenia wiercenia mogą uderzać w świder 2 minerzy, z których każdy wyposażony jest w swój młot minerski; będzie to wiercenie trójosobowe. Przy wykonaniu jednego otworu nie może pracować większa ilość minerów; przeważnie wiercenie wykonują 2 minerzy.

Wiercenie taranowe jest najbardziej wydajne ze wszystkich sposobów ręcznego wiercenia w niezbyt twardych skałach; wiercenie takie przeprowadza jeden miner przy pomocy drąga minerskiego o wadze 10—12 kg.

Proces wiercenia polega na tym, że wiertacz podnosząc i opuszczając drąg minerski kruszy skałę i po-

głębia otwór minowy; wiercenie takie stosowane jest przy głębokości otworów do 5 m i średnicy 30—40 mm.

Wiercenie pneumatyczne przeprowadza się przy użyciu pneumatycznych młotów wiertniczych:

— typu lekkiego (15—20 kg) ze średnicą świdra 30—40 mm — do głębokości 3 m;

— typu średniego (20—35 kg) ze średnicą świdra 40—50 mm — do głębokości 6 m;

— typu ciężkiego (40—90 kg) ze średnicą świdra 50—60 mm — do głębokości 10 m.

Wiercenie w bardziej miękkich skałach przeprowadza się ręcznymi świdrami ziemnymi, świdrami pneumatycznymi i elektrycznymi.

Otwory wiertnicze uzbraja się sproszkowanym materiałem wybuchowym albo nabojami wiertniczymi. W ostatni nabój wkłada się zapalnik elektryczny albo lont wybuchowy ze spłonką i ostrożnie wpuszcza się go w otwór wiertniczy. Jeśli średnica otworu wiertniczego jest większa od średnicy nabojów, opakowanie tych ostatnich rozcina się wzdłuż po spirali i po umieszczeniu nabojów na właściwym miejscu uszczelnia się pobijakiem tak, by mat. wyb. zapełnił cały przekrój otworu wiertniczego. Dolną część uszczelnienia wykonuje się z materiału plastycznego, po czym zatyka się mieszaniną gliny z piaskiem lub lepiej piaskiem. Uszczelnienie płytkich otworów wiertniczych powinno zajmować nie mniej niż długość równą linii najmniejszego oporu.

W razie niewypału, otworu wiertniczego rozbrajać nie wolno. W celu zlikwidowania niewypału, w wypadku gdy uszczelnienia nie można usunąć przez wydmuchiwanie lub wymywanie, należy w odległości 20 cm wykonać i wysadzić drugą komorę minową.

198. Rury minowe (sposób b) — stosuje się w celu wydobywania materiałów budowlanych w dużej ilości w twardych jednorodnych skałach, tworzących pionowe lub zbliżone do nich stoki. Rury wierci się pionowo,

równolegle do odkrywki w jednym lub kilku szeregach. Średnica rur wynosi 150—300 mm, głębokość — 10 m i więcej. Wiercenie przeprowadza się w sposób liniowo-taranowy.

Linia najmniejszego oporu (odległość od osi otworu do odkrywki) powinna być mniejsza od wysokości odkrywki; zależy ona od średnicy otworu i przyjmuje się zwykle, że wynosi od 3 do 8 m; odległość między otworami powinna być mniejsza od linii najmniejszego oporu.

Wielkość ładunku określa się według wzoru:

$$Ł = m K h^2 l,$$

tj. zgodnie z punktem 197.

Ładunek może być całkowity lub rozdzielony. W ostatnim wypadku poszczególne ładunki łączy się lontem wybuchowm i uszczelnia. Nabój zapałowy powinien znajdować się w środku ładunku. Długość uszczelnienia nie powinna być mniejsza od linii najmniejszego oporu. Szczeliny w ścianach rury minowej należy uszczelnić.

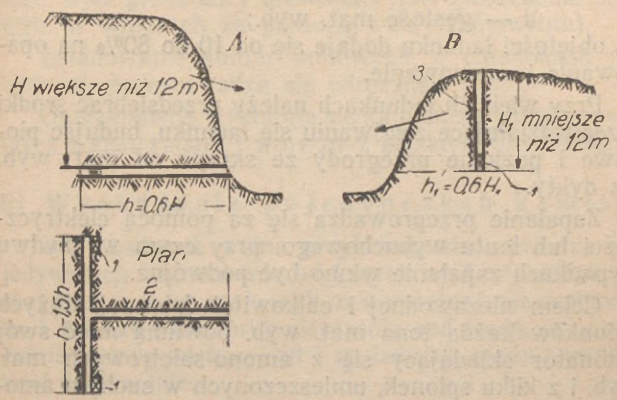
Aby zapobiec tworzeniu się progu przy stopie odkrywki w twardych skałach, należy pogłębić otwory o 1 do 2 m poniżej stopy odkrywki; ładunek pogłębienia oblicza się oddzielnie, jako skupiony, przyjmując linię najmniejszego oporu mierzoną od dna pogłębienia do stopy odkrywki.

199. Sposób c) — przy zastosowaniu komór minowych polega na tym, że w wysadzanej ziemi wykonuje się pionowe studnie lub poziome chodniki, w których urządza się komory dla dużych ładunków skupionych (rys. 139).

Ładunki rozmieszcza się w jednym lub w kilku szeregach i wysadza jednocześnie.

Obliczenie ładunków przeprowadza się wg pkt. 180—183; linię najmniejszego oporu przyjmujemy

równą 0,5 do 0,6 wysokości odkrywki, a odległość między ładunkami równą 1 do 1,5 linii najmniejszego oporu.



Rys. 139. Ładunki w komorach minowych:
A — w chodniku minowym; B — w studni minowej; 1 — ładunki; 2 — chodnik minowy; 3 — studnia minowa

Odległość pomiędzy szeregami i pomiędzy ładunkami drugiego lub trzeciego szeregu bierze się równą linii najmniejszego oporu.

Przy jednoczesnym wysadzaniu wszystkich szeregów wielkość ładunków drugiego i następnych szeregów zwiększa się o 25%.

Przy wysadzaniu z opóźnieniem (początkowo pierwszy szereg, następnie drugi itd) ładunków zwiększać nie należy.

Objętość komory minowej określa się według objętości ładunku, obliczonej ze wzoru:

$$V = \frac{Ł}{d}$$

gdzie V — objętość ładunku w dcm³,
Ł — wielkość ładunku w kg,
d — gęstość mat. wyb.;
do objętości ładunku dodaje się od 10 do 80% na opakowanie i umocowanie.

Przy wielkich ładunkach należy przedsiębrać środki przeciwdziałające zlegiwaniu się ładunku, budując pionowe i poziome przegrody ze skrzyń od mat. wyb. i z dykty.

Zapalanie przeprowadza się za pomocą elektryczności lub lontu wybuchowego, przy czym w obydwu wypadkach zapalanie winno być podwójne.

Celem niezawodnej i całkowitej detonacji dużych ładunków każda tona mat. wyb. powinna mieć swój detonator składający się z amono-saletrowych mat. wyb. i z kilku spłonek, umieszczonych w suchym amonicie w hermetycznym opakowaniu. Jeżeli posiadamy trotyl, taki detonator pośredni może składać się z kilku kostek trotylu przypadających na każdą tonę mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu. Sposób rozmieszczania studzien, chodników i komór podaje instrukcja saperska „Minerstwo podziemne — wojna minowa“ (w przygotowaniu). Na skutek detonacji następuje kruszenie i rozłupywanie skał.

Przy zakładaniu ładunków w wilgotnych skałach należy je zabezpieczać od wilgoci. Komorę od wewnątrz odziewa się drzewem i wykłada się papą lub dwoma warstwami papieru, dolną warstwę którego smaruje się podgrzaną mieszaniną składającą się z 60% smoły węglowej i 40% paku, gudronu itp.

W pobliżu komory minowej na dnie studni lub chodnika buduje się studzienkę ściekową, z której odprowadza się wodę pompami lub wiadrami.

Chodniki poziome muszą posiadać nachylenie zapewniające odpływ wody od komory minowej na zewnątrz.

Załadowania studzien dokonuje się przez nasypanie mat. wyb. przez rury drewniane lub opuszczanie mat. wyb. w wiadrach za pomocą windy (kołowrotu).

Załadowanie komór minowych w chodnikach poziomych przeprowadza się odręcznie.

Uszczelnienie wykonuje się za pomocą drewnianych tarcz z zastrzałami i worków z piaskiem lub ziemią.

E) Wysadzanie pojedynczych kamieni

200. **Ładunek wolno przyłożony do kruszenia pojedynczych kamieni (nie większych od 5 m³) obliczamy przyjmując 2 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu na 1 m³ kamienia;** przy niszczeniu **pod wodą,** przy głębokości wody większej od 1 m, ładunek można **zmniejszyć dwukrotnie.**

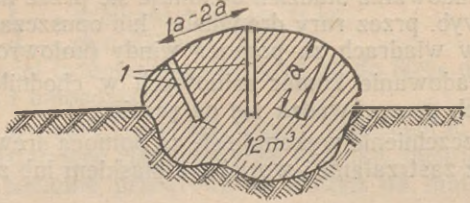
Ogólną ilość mat. wyb., potrzebną do wysadzania kamienia przy użyciu ładunków **w otworach wiertniczych,** określa się w zależności od twardości, objętości kamienia i stopnia żądanego kruszenia licząc **na 1 m³ kamienia 100—150 g mat. wyb. o normalnej sile wybuchu, a dla mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu 1,2 razy więcej.**

Rozmieszczenie otworów wiertniczych w kamieniu pokazane jest na rys. 140; odległość między otworami wiertniczymi równa 1 do 2 głębokości otworu (określa się próbnym wysadzaniem).

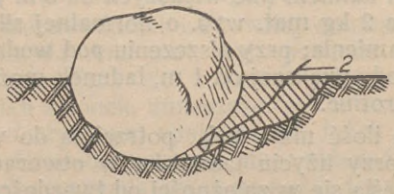
Jeśli kamień chcemy tylko rozłupać, przy wielkości jego do 10 m³, wystarczy zastosować ładunek umieszczony w jednym otworze wiertniczym.

Celem odrzucenia kamienia na odległość 5—10 m ładunek należy umieścić pod kamieniem (rys. 141). Dla

kamieni nie większych od 15 m³ ładunek obliczamy przyjmując na **1 m³ kamienia 2 kg mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu.**



Rys. 140. Wysadzanie kamienia o objętości ponad 5 m³:
1 — otwory wiertnicze



Rys. 141. Odrzucanie kamienia za pomocą ładunku umieszczonego pod nim:
1 — ładunek; 2 — lont

ROZDZIAŁ IX

NISZCZENIE DRÓG KOŁOWYCH I KOLEJOWYCH ORAZ LOTNISK

201. Niszczenie dróg i lotnisk należy przygotowywać zawczasu, zwracając specjalną uwagę na skrytość, maskowanie, ochronę i obronę miejsca prac.

202. **Na drogach kołowych i kolejowych** niszczy się budowle sztuczne (mosty, wiadukty, przepusty, tunele), ziemną koronę drogi, nawierzchnię (kamienie lub asfaltowe nawierzchnie na drogach kołowych i szyny na kolejowych) i stacje kolejowe z budynkami i urządzeniami.

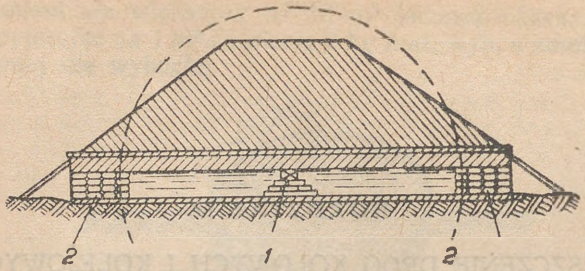
203. Na lotniskach niszczy się hangary i budynki służbowe, drogi dojazdowe, przystanie (na wodowiskach), wskaźniki i sygnały, łączność, urządzenia do zaopatrywania w mat. pędne i powierzchnie startowe.

A) Niszczenie budowli drogowych

204. Niszczenie mostów, wiaduktów, budynków służbowych przeprowadza się zgodnie ze wskazówkami odpowiednich rozdziałów niniejszej instrukcji.

205. Małe przepusty o świetle do 2 m² niszczy się ładunkami skupionymi umieszczonymi wewnątrz przepustu, przy stropie lub kluczu sklepienia.

Końce przepustu uszczelnia się workami z ziemią na długości 1—2 m (rys. 142).

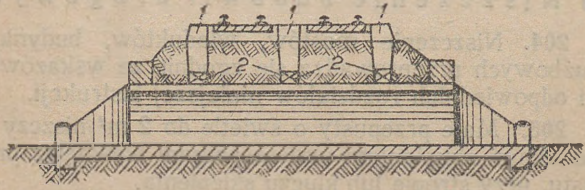


Rys. 142. Niszczenie przepustu ładunkiem umieszczonym wewnątrz z uszczelnieniem przepustu:
1 — ładunek; 2 — uszczelnienie

Ilość mat. wyb. w ładunku określa się na podstawie wewnętrznej objętości przepustu, licząc na 1 m^3 1 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu. Przy mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu ładunek zwiększa się 1,5 razy. W przepustach betonowych ładunek zwiększa się dwa razy.

Wielkość ładunku należy sprawdzać (o ile to jest możliwe) na efekt tworzenia leja w nasypie i w wypadku, gdy ładunek jest za mały, należy zwiększyć go zgodnie ze wskazaniami pkt. 180 — 181.

Średnie i duże przepusty, z prześwitem 2 m^2 i większym, niszczy się skupionymi ładunkami umieszczonymi w studniach wykonanych w koronie drogi do sklepienia przepustu.



Rys. 143. Niszczenie przepustów średniej i dużej wielkości ładunkami umieszczonymi nad kluczem sklepienia:
1 — studnia; 2 — ładunki

206. **Tunele** zagradza się lub niszczy. Zagradzanie tuneli przeprowadza się w razie braku materiałów wybuchowych do niszczenia tunelu lub dla wzmocnienia działania wybuchu wtedy, kiedy skutek wybuchu przy niszczeniu może być niedostateczny.

207. Celem zagrodzenia tunelu należy:

— zniszczyć szyny kolejowe w tunelu;

— puścić pełnym biegiem do tunelu z obydwu jego końców parowozy i ciężkie wagony, pojedynczo lub połączone w grupy (do tej pracy wykorzystuje się kolejarzy).

Skutek działania można powiększyć rozpalając w piecach parowozowych silny ogień, napełniając paleniska węglem i zamykając klapy i korki bezpieczeństwa w celu całkowitego zamknięcia ujścia pary. Wody w kotłach zostawia się tyle, aby wystarczyło pary na dojazd parowozu do środka tunelu i wybuch kotła parowozu w tunelu. Do parowozów przyczepia się tendry względnie wagony z węglem (bez wody).

Wagony z węglem oblewa się naftą, benzyną, spirytusem lub smołą i podpala się. Wagony-cysterny napełnia się smołą, spirytusem, naftą, benzyną; przed nimi lub za nimi puszcza się palące wagony z węglem a do cystern przymocowuje się niewielkie ładunki wybuchowe.

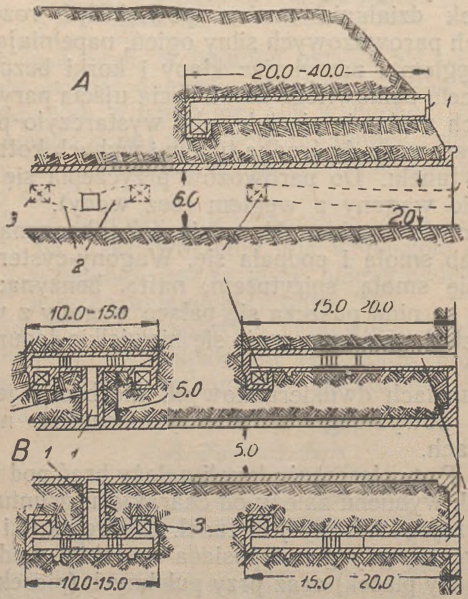
W tunelach dwukierunkowych niezbędne jest stosowanie powyższego sposobu jednocześnie na obydwu torach.

208. Przy niszczeniu tuneli należy brać pod uwagę, że skutek wybuchu zależy od charakteru gruntu, przez który przeprowadzony jest tunel. Dobre skutki osiąga się wówczas, gdy grunt posiada warstwy wodonośne (wodonośny piasek) oraz przy pulchnych (piasek, żwir) i miękkich gruntach (piasek z domieszką gliny, glina, grunt gliniasty ze żwirem).

Przy wysadzaniu twardych i bardzo twardych skał,

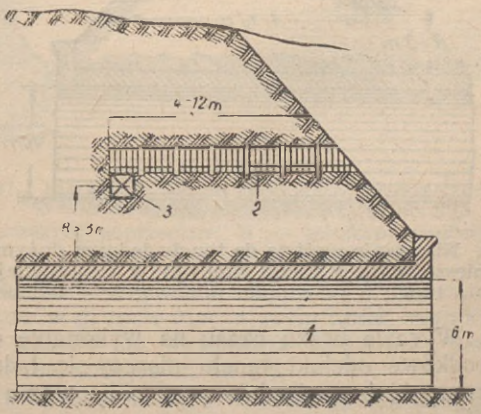
na przykład: piaskowca, niektórych rodzajów wapieni, granitów i bazaltu powstaje zbyt małe usypisko. W tym wypadku zagradzający skutek wybuchu jest niedostateczny. Tunele takie dodatkowo zagradza się w sposób podany w pkt. 207.

209. Tunele wysadza się wykorzystując przede wszystkim istniejące, przygotowane zawczasu urządzenia minowe (komory, rękawy, chodniki) zakryte zazwyczaj cienkim oblicowaniem, na którym znajdują się znaki rozpoznawcze. Urządzenia takie umieszczone są przy wejściu i w środku tunelu (rys. 144).



Rys. 144. Rozmieszczenie chodników i komór minowych zawczasu przygotowanych do niszczenia tunelu:
A — przekrój pionowy; B — przekrój poziomy; 1 — chodnik minowy; 2 — rękawy; 3 — komory minowe

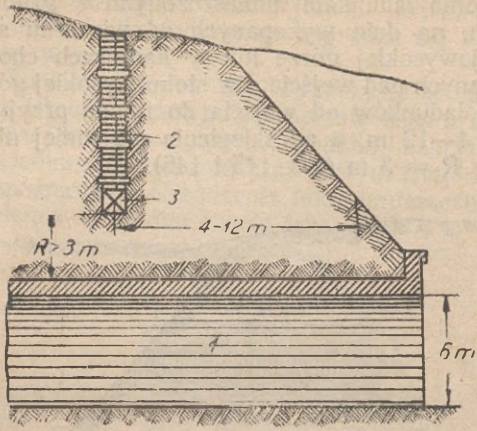
210. W wypadku braku stałych urządzeń minowych wejście do tunelu może być zniszczone jednym lub dwoma ładunkami umieszczonymi w gruncie nad tunelem, na dnie wykopanych od wierzchu studzien przy niewysokiej górze lub w komorach chodników wykonanych nad wejściem w stoku wysokiej góry. Odległość ładunków od wejścia do tunelu przyjmujemy równą 4—12 m, a od sklepienia nie mniej niż 3 m, tj. przy R = 3 m (rys. 145 i 146).



Rys. 145. Niszczenie wejścia do tunelu jednym dużym ładunkiem umieszczonym w chodniku minowym (w wysokiej górze):
1 — tunel; 2 — chodnik minowy; 3 — ładunek

211. Celem zniszczenia tunelu na dłuższy czas należy niszczyć nie tylko wejścia na odcinku nie mniejszym od 15 m, ale i odcinki wewnątrz tunelu o długości 25 do 50 m, jeśli gleba ma taką strukturę, że wybuchy te wywołają zawalenie się wielkich mas gruntu. W za-

leżności od tego należy wybierać również miejsca wybuchów i wielkość ładunków.



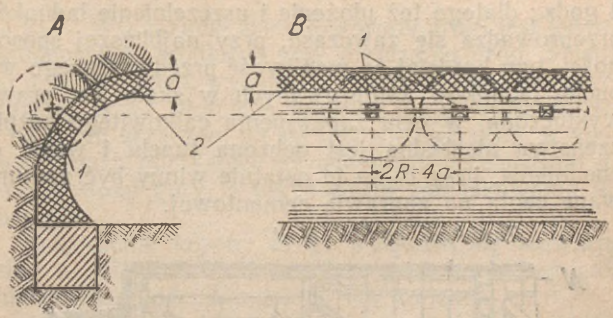
Rys. 146. Niszczenie wejścia do tunelu jednym dużym ładunkiem umieszczonym w studni minowej (w niewysokiej górze): 1 — tunel; 2 — studnia minowa; 3 — ładunek

212. W razie braku czasu na wykonanie chodników środkowe odcinki tunelu niszczy się ładunkami umieszczonymi bezpośrednio przy oblicowaniu tunelu (rys. 147).

Im słabsza gleba, tym większe rezultaty zniszczenia możemy osiągnąć wysadzaniem stosunkowo dużych ładunków umieszczonych bezpośrednio za oblicowaniem, ponieważ zniszczenie na pewnym odcinku oblicowania tunelu wywoła zawalenie i zasypanie ziemią wysadzanego odcinka.

213. W glebach twardych ładunki należy umieszczać w ziemi w pewnej odległości od oblicowania tunelu. Ładunki należy brać duże, aby działanie ich mogło wywołać znaczne rozdrobnienie gleby i zawa-

lenie się jej do wewnątrz tunelu; w twardej skale zawalenie tunelu dużymi odłamkami może być wywołane jedynie dużymi ładunkami i przy dużej stracie czasu na wykonanie chodników, rękawów i komór minowych.



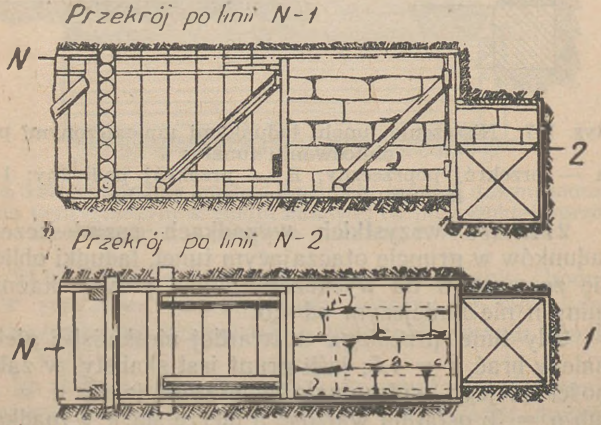
Rys. 147. Niszczenie tunelu ładunkami umieszczonymi przy oblicowaniu tunelu:
A — przekrój poprzeczny; B — przekrój podłużny; 1 — ładunki; 2 — oblicowanie tunelu

214. We wszystkich wypadkach rozmieszczenia ładunków w gruncie otaczającym tunel, ładunki oblicza się ze wzorów na wysadzanie ziemi przy wskaźniku miny n nie mniejszym od 1,5.

Gdy tunel przebiega w twardej nieskalistej glebie, należy brać n = 1,5; jeśli grunt jest skalisty, w zależności od jego wytrzymałości, przyjmuje się n = 2,5 lub n = 3; ostatnią wartość n bierze się w wypadkach wyjątkowych, ponieważ zużycie mat. wyb. przy zastosowaniu jej jest bardzo duże. Współczynnik K należy zawsze przyjmować w stosunku do najbardziej wytrzymałego składnika danego gruntu. Na przykład przy skale wapiennej i oblicowaniu w postaci bardzo mocnego muru na cemencie, K należy przyjąć równe 2,4; przy bardzo mocnej glinie i oblicowaniu w postaci dobrego cementowo-granitowego betonu, K należy przy-

jąć równe 3,6. W obydwu wypadkach K podano dla ładunków amonitowych.

215. Ułożenie i uszczelnienie ładunków workami z ziemią i deskami (rys. 148) zajmuje co najmniej 4 godz.; dlatego też ułożenie i uszczelnienie ładunków przeprowadza się zawczasu, przy najbliższej sposobności, tym bardziej że możliwość przedwczesnego wybuchu ładunków zamurowanych w skale jest prawie wykluczona. W celu zapewnienia całkowitego bezpieczeństwa niezbędna jest ochrona tunelu i wejść do chodników, przy czym te ostatnie winny być zamurowane cegłą na zaprawie cementowej.



Rys. 148. Uszczelnienie chodnika minowego, z założonym w jego końcu, w komorze minowej, ładunkiem mat. wyb.

216. Przewody sieci elektrycznej winny być opancerzone; sieć elektryczna powinna być podwójna.

Sieci zapalające z lontu wybuchowego mogą być stosowane jedynie w wyjątkowych wypadkach — przy pospiesznym niszczeniu tunelu. Dopuszczalna jest podwójna sieć zapalająca z nabojem zapałowym na po-

wierzchni ziemi i doprowadzonymi do niego dwoma końcami lontu wybuchowego długości po 10—20 m.

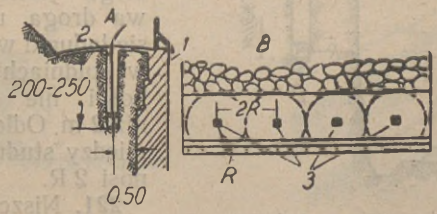
B) Niszczenie dróg

217. Wysadzanie ziemnej korony drogi jest jedynie pomocniczym środkiem przy niszczeniu dróg. Stosuje się je w nasypach, wykopach, groblach przechodzących głównie przez błotniste miejsca, obok zniszczonych sztucznych urządzeń, na skrzyżowaniach dróg, w miejscowościach górzystych na odcinkach przebiegających wzdłuż stoku góry, a także celem zamaskowania minowania.

Zniszczenie korony drogi zwiększa się stawiając miny o działaniu ze zwłoką w przerwach pomiędzy zniszczonymi odcinkami i na ich końcach.

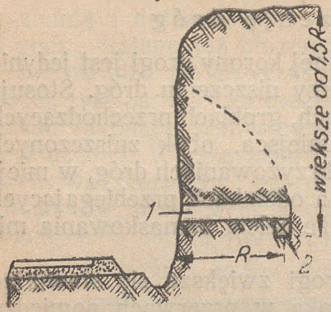
218. Jeśli skarpy wykopu podtrzymywane są ścianami oporowymi, te ostatnie wysadza się ładunkami skupionymi, umieszczonymi w odległości 0,5 m od tylnej ściany oporowej i na głębokości nie mniejszej od 1,5 R. Ładunki umieszcza się w studniach.

W celu całkowitego zawalenia się ściany oporowej — odległości pomiędzy ładunkami nie powinny przewyższać 2 R (rys. 149).



Rys. 149. Niszczenie muru oporowego ładunkami skupionymi, umieszczonymi w studniach wykopanych za ścianą: A — przekrój poprzeczny; B — plan; 1 — ściana oporowa; 2 — studnia; 3 — ładunki

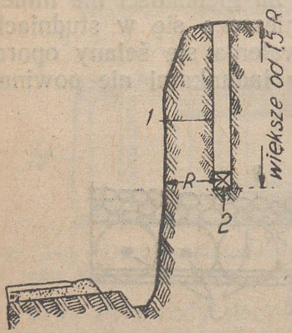
219. Zawalenie stromych skarp wykopów w skale osiąga się ładunkami, umieszczonymi w końcach chodników minowych (rys. 150) lub w studniach minowych o głębokości nie mniejszej niż 1,5 R (rys. 151).



Rys. 150. Rozmieszczenie ładunków w chodniku minowym w skale celem zawalenia drogi:
1 — chodnik minowy; 2 — ładunek

Chodniki i studnie minowe umieszcza się tak, by odległość od środka ładunku do stoku (linia najmniejszego oporu) była nie mniejsza niż 3 m.

Niszczenie stromych skarp skuteczne jest tylko przy znacznej ich wysokości; skarp o wysokości poniżej 5 m niszczyć nie należy.



Rys. 151. Rozmieszczenie ładunków w studniach minowych w skale celem zawalenia drogi:
1 — studnia minowa; 2 — ładunek

220. Celem niszczenia wysokich nasypów, po których przebiega jednokierunkowa droga, umieszcza się ładunki w osi drogi w studniach o głębokości nie mniejszej niż 2 m. Odległość pomiędzy studniami wynosi 2 R.

221. Niszczenie nasypu z drogą dwukierunkową przeprowadza się w taki sam sposób, z tym że ła-

dunki rozmieszcza się w szachownicę na osiach obydwu kierunków.

Ładunki we wszystkich wypadkach obliczamy według wzoru:

$$Ł = K\ h^3\ (0{,}4 + 0{,}6\ n^3).$$

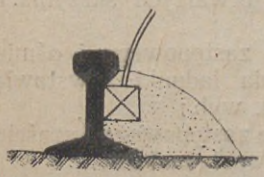
C) Niszczenie toru kolejowego

Niszczenie toru kolejowego mat. wyb. stosujemy w wypadkach braku czasu na zdjęcie szyn.

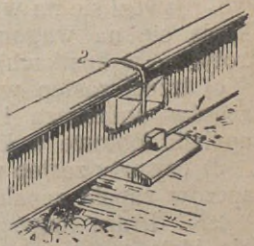
222. Przy masowym niszczeniu każdą szynę o długości 12,5 m i większej przecina się na trzy części, dwoma ładunkami umieszczonymi z jednej strony szyny. Ładunki obydwu szyn toru umieszcza się w szachownicę.

Szyny o długości do 12 m, a także wszystkie szyny, przy braku dostatecznej ilości mat. wyb. i środków zapalających, przecina się na dwie części.

Ładunki przykłada się do szyjki szyny tuż pod jej główką. Celem lepszego przylegania ładunek przysypuje się ziemią (rys. 152) lub przyciska specjalną klamrą z drutu (rys. 153).



Rys. 152. Przecięcie szyny ładunkiem zasypanym ziemią



Rys. 153. Przecięcie szyny ładunkiem przymocowanym do niej klamrą z drutu:
1 — ładunek; 2 — klamra

Ładunki wysadza się zapalnikami lontowymi z dużym opóźnieniem (z knotem tlejącym, czas palenia 6 min.).

Dla przecięcia szyny kolejowej dowolnego typu przy ścisłym przyleganiu ładunku wystarczy ładunek 200—400 g mat. wyb. o normalnej sile wybuchu.

223. W celu wykonania prac w jak najkrótszym terminie niszczenie toru kolejowego pomiędzy dwoma stacjami przeprowadza się jednocześnie kilkoma plutonami, odcinkami po 2,5—4 km dla każdego z nich. Zniszczenie takiego odcinka wymaga 1,5 do 2 godz. czasu.

Organizacja pracy

224. Pluton dzieli się na cztery zastępy, z których każdy wykonuje samodzielne zadanie (rys. 154):

a) pierwszy zastęp w składzie zastępowego i siedmiu saperów wyznacza miejsca umieszczenia ładunków i przygotowuje materiał uszczelniający dla ładunków;

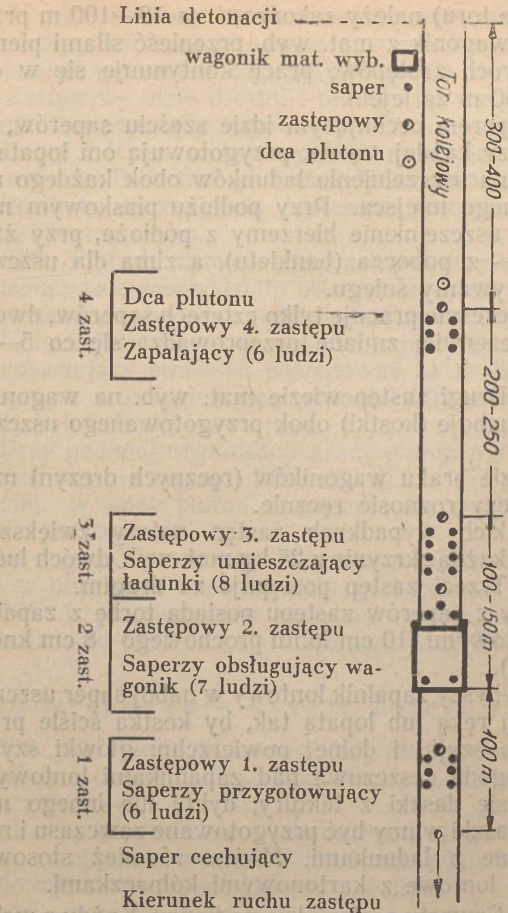
b) drugi zastęp w składzie zastępowego i siedmiu saperów rozwozi lub roznosi ładunki na miejsca ich ułożenia; przy dobrym stanie toru kolejowego mat. wyb. rozwozi się na wagonikach; materiał wybuchowy układa się na wagonikach w otwartych skrzyniach (trotyl — w kostkach);

c) trzeci zastęp w składzie zastępowego i ośmiu saperów umieszcza i uszczelnia ładunki i wstawia zapalniki lontowe w kostki mat. wyb.;

d) czwarty zastęp w składzie zastępowego i sześciu saperów zapala zapalniki lontowe ładunków.

225. Prace rozpoczyna pierwszy zastęp. Na przodzie idzie saper z naczyniem napełnionym rozpuszczoną kredą i z pędzlem.

Saper ten powinien obserwować wystawione na torze sygnały, znaki i uszkodzenia toru; jeśli tor uszkodzony jest pociskami lub bombami, cechowanie (a także



Rys. 154. Schemat pracy plutonu przy niszczeniu toru kolejowego

niszczenie toru) należy zakończyć na 50—100 m przed lejem, a wagonik z mat. wyb. przenieść siłami pierwszych dwóch zastępów; pracę kontynuuje się w odległości 50 m za lejem.

Za saperem cechującym idzie sześciu saperów, po trzech przy każdej szynie; przygotowują oni łopatami materiał na uszczelnienie ładunków obok każdego nacechowanego miejsca. Przy podłożu piaskowym materiał na uszczelnienie bierzemy z podłoża, przy żwirowym — z pobocza (bankietu), a zimą dla uszczelnienia używamy śniegu.

Jednocześnie pracuje tylko czterech saperów, dwóch jest w rezerwie; zmianę przeprowadza się co 5—10 minut.

226. Drugi zastęp wiezie mat. wyb. na wagoniku i składa naboje (kostki) obok przygotowanego uszczelnienia.

W razie braku wagoników (ręcznych drezyn) mat. wyb. należy roznosić ręcznie.

W takich wypadkach zastęp należy zwiększyć, licząc na każdą skrzynię z 25 kg mat. wyb. dwóch ludzi.

227. Trzeci zastęp postępuje za drugim.

Każdy z saperów zastępu posiada torbę z zapalnikami lontowymi (10 cm lontu prochowego i 8 cm knota tlejącego).

Wstawiwszy zapalnik lontowy w nabój saper uszczelnia nabój ręką lub łopatą tak, by kostka ściśle przylegała do szyjki i dolnej powierzchni główki szyny.

W pogodę deszczową nad zapalnikami lontowymi ustawia się daszki z tektury, dykty lub innego materiału; daszki winny być przygotowane zawczasu i rozmieszczone z ładunkami. Można również stosować zapalniki lontowe z kartonowymi kołpaczkami.

228. Czwarty zastęp idzie na końcu. Każdy z wchodzących w jego skład saperów posiada odcinek knota tlejącego (1 m na każdy kilometr niszczonego toru).

W celu zapalenia zapalnika lontowego należy przyłożyć tlący koniec knota do knota zapalnika lontowego i dmuchać na knot w celu przyspieszenia żarzenia się.

Zastępowy idzie ostatni i pilnuje, by wszystkie zapalniki lontowe były zapalone.

Drugi i trzeci zastęp wydziela po dwóch saperów do zmiany. Dowódca plutonu odpowiedzialny jest za zachowanie normalnych odstępów pomiędzy zastępami i tempa ruchu.

229. Plutony prowadzące pracę powinny być ubezpieczone; ze stanu oddziału ubezpieczającego wydziela się obserwatorów przeciwlotniczych, przeciwchemicznych, łączników i patrole ubezpieczające. Tylny patrol ubezpieczający powinien postępować za zastępem zapalającym w odległości co najmniej 300 m od wybuchających ładunków.

Przy podanej organizacji pracy pluton rozciąga się wzdłuż toru na odcinku 700—900 m.

230. W nocy pluton zaopatruje się w sygnałowe latarki elektryczne.

W pogodę deszczową, w czasie gołoledzi, jak również w nocy ilość saperów należy zwiększać.

231. Przy niszczeniu szyn na odcinku dwutorowym ładunki rozkłada się z jednego wagonika.

D) Niszczenie stacji kolejowych

232. Na stacji kolejowej należy niszczyć wszystkie ważniejsze obiekty: wieże wodociągowe, krany wodne, tory, zwrotnice, obrotnice, parowozownie, semafory, urządzenia telegraficzne i telefoniczne, maszyny stacji pomp, rampy, warsztaty kolejowe, materiały nadające się do odbudowy, tabor kolejowy, paliwo.

233. W razie rozporządzania większą ilością czasu, przed zniszczeniem stacji kolejowej należy przeprowadzić rozpoznanie ustalające następujące dane:

a) długość odcinka;
b) położenie stacji kolejowej, ilość torów stacyjnych, zwrotnic, rozmieszczenie urządzeń stacyjnych itd.;
c) budowle sztuczne — mosty, przepusty itd.;
d) materiał na odbudowę, miejsce jego złożenia i ilość.

Na podstawie danych rozpoznania i w zależności od okoliczności i zadania postawionego przez dowództwo, zestawia się plan zniszczenia stacji kolejowej, który zawiera:

a) wykaz i ilość obiektów zniszczenia i kolejność prac;
b) stan ilościowy zastępów i czas przeznaczony na przeprowadzenie prac;
c) potrzebne środki i materiały.

234. Prace przy niszczeniu urządzeń stacyjnych dzielą się na przygotowawcze i główne. W zakres prac przygotowawczych wchodzą:

a) obliczenie i przygotowanie ładunków;
b) budowa komór, otworów wiertniczych i odnalezienie zawczasu przygotowanych urządzeń do niszczenia urządzeń kolejowych;
c) rozmieszczenie gotowych ładunków i zapalników lontowych na miejscu prac;
d) układanie ładunków w wyznaczonych miejscach, zakładanie zapalników elektrycznych lub zapalników lontowych.

W zakres prac głównych wchodzi: przeprowadzenie wybuchu ładunków, zniszczenie mechaniczne i palenie obiektów. Porządek i kolejność wykonania prac głównych ustala się rozkazem. Dowódca przeprowadzający zniszczenie stacji jest obowiązany:

a) szczegółowo rozpatrzyć wszystkie dane rozpoznania oraz położenie stacji (według mapy i w terenie);

b) podzielić stację kolejową na odcinki i ustalić ich granice (małych stacji na odcinki nie dzieli się; wielkie obiekty na dużych stacjach mogą być wydzielone jako samodzielne odcinki);
c) wyznaczyć zespoły do prac na odcinkach a także przedsięwziąć środki ubezpieczenia i obrony;
d) wskazać co należy przygotować na odcinkach do zniszczenia;
e) podać ilość mat. wyb. i środków zapalających oraz z której strony rozmieszczać ładunki;
f) podać termin zakończenia przygotowania obiektów do niszczenia;
g) podać w jakiej kolejności lub na jaki sygnał należy przeprowadzać niszczenie;
h) podać miejsce zmagazynowania mat. wyb. i środków zapalających, termin zakończenia prac, drogi odejścia przy detonacjach oraz miejsce zbiórki.

235. Dowódca pododdziału winien przedsiębrać wszelkie środki w celu przyspieszenia prac. Z reguły należy zapotrzebować zawczasu przygotowane ładunki i zapalniki lontowe, których rezerwa nie powinna przekraczać 25% ilości wyliczonej.

Komendant odcinka (dowódca zespołu) bezpośrednio kieruje wszystkimi pracami na odcinku:
a) otrzymuje potrzebną ilość materiałów wybuchowych, środków zapalających i narzędzi;
b) przydziela saperów na poszczególne obiekty i ustala terminy wykonania poszczególnych prac;
c) podaje drogi odejścia przy detonacjach;
d) wysadza, na rozkaz dowódcy kierującego pracami, obiekty na swoim odcinku.

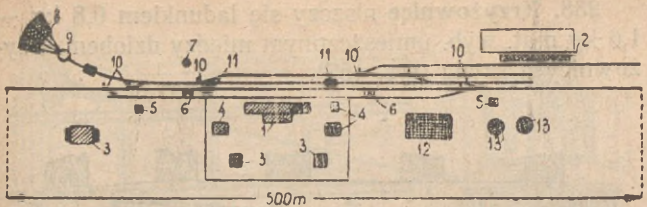
236. Przykładowe obliczenie mat. wyb. i środków zapalających potrzebnych do zniszczenia stacji kolejowej, której schemat przedstawia rys. 155, podano w tabeli nr 23. Mat. wyb. są obliczone do zniszczenia

stacji długości 500 m; stacja podzielona jest na dwa odcinki: zachodni i wschodni; granice pomiędzy odcinkami — dworzec i peron włącznie dla odcinka zachodniego (tabor kolejowy może być uszkodzony przez nasypywanie piasku do maźnic).

Tabela nr 23

Wykaz mat. wyb. i środków zapalających potrzebnych do zniszczenia stacji kolejowej (rys. 155)

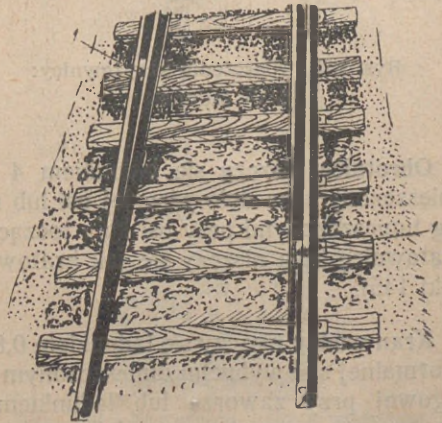
L. p.	Nazwa niszczonych obiektów	Lewy (zachodni) odcinek					Prawy (wschodni) odcinek				
		ilość obiektów (w szt.)	materiał wybuchowy (trotyl) w kg	zapalniki lontowe (w szt.)	dodatkowe spłonki (w szt.)	lont wybuchowy (w m)	ilość obiektów (w szt.)	materiał wybuchowy (trotyl) w kg	zapalniki lontowe (w szt.)	dodatkowe spłonki (w szt.)	lont wybuchowy (w m)
1	Zwrotnice na głównym kierunku	2	1,6	2	2	4	2	1,6	2	2	4
2	Krzyżownice tamże	2	3,2	2	—	—	2	3,2	2	—	—
3	Wieża wodociągowa	1	2,0	3	—	—	—	—	—	—	—
4	Krany wodne	1	0,8	1	—	—	1	0,8	1	—	—
5	Parowozy	2	2,4	2	—	—	1	1,2	1	—	—
6	Obrotnica	1	4,0	1	—	—	—	—	—	—	—
7	Zwrotnice na kierunkach bocznych	1	0,8	1	2	4	4	3,2	4	4	8
8	Krzyżownice tamże	1	1,6	1	—	—	4	6,4	4	—	—
9	Parowozownie	1	3,2	8	—	—	—	—	—	—	—
10	Sygnały (semafory) i zwrotnice z lampami	6	4,8	6	—	—	9	7,2	9	—	—
11	Zbiorniki naftowe	—	—	—	—	—	2	4	2	—	—
12	Tabor kolejowy	32	12,8	32	—	—	20	8	20	—	—
	Razem	50	37,2	59	4	8	45	35,6	45	6	12



Rys. 155. Schemat stacji kolejowej 2 klasy:
1 — dworzec pasażerski i peron; 2 — rampa towarowa; 3 — budynki mieszkalne; 4 — szopy; 5 — budki dróżników; 6 — krany wodne; 7 — wieża wodociągowa; 8 — parowozownia; 9 — obrotnica; 10 — zwrotnice; 11 — parowozy; 12 — drzewo; 13 — zbiorniki naftowe

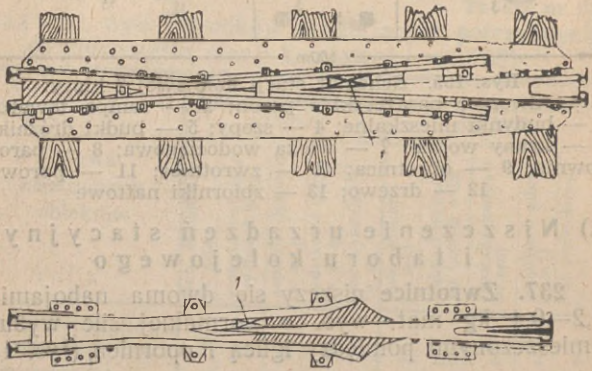
E) Niszczenie urządzeń stacyjnych i taboru kolejowego

237. Zwrotnice niszczy się dwoma nabojami po 0,2—0,4 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu umieszczonymi pomiędzy iglicą i opornicą (rys. 156).



Rys. 156. Niszczenie zwrotnicy:
1 — naboje

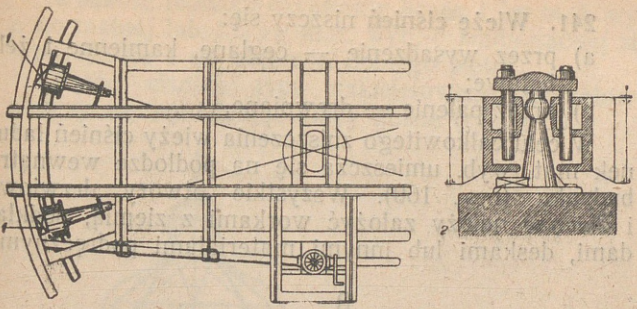
238. Krzyżownicę niszczy się ładunkiem 0,8 kg — 1,6 kg mat. wyb. umieszczonym między dziobem krzyżownicy a szyną (rys. 157).



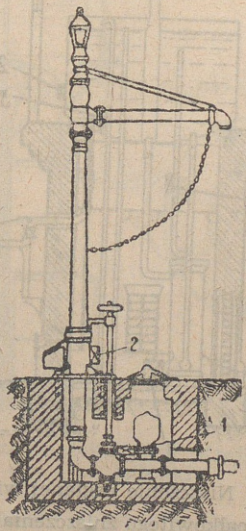
Rys. 157. Niszczenie krzyżownicy:
1 — ładunek

239. Obrotnicę niszczy się ładunkiem 4 kg mat. wyb. umieszczonym na dole przy jej osi lub nabojami po 0,4 kg umieszczonymi przy osi koła toczącego (rys. 158). Kratownicę koła niszczy się jak kratownice mostowe (pkt 145).

240. Kran wodny niszczy się ładunkiem 0,8 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu umieszczonym na rurze wodociągowej przy zaworze lub ładunkiem 1,6 kg umieszczonym na zewnątrz u podstawy kranu (rys. 159).



Rys. 158. Niszczenie obrotnicy:
1 — naboje przy osi koła toczącego; 2 — ładunek przy osi obrotnicy



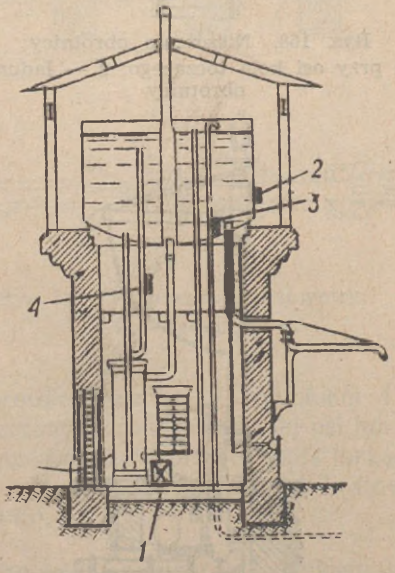
Rys. 159. Niszczenie kranu wodnego:
1 — ładunek przy zaworze; 2 — ładunek przy podstawie kranu

241. Wieżę ciśnień niszczy się:

a) przez wysadzenie — ceglane, kamienne i żelbetowe;

b) przez palenie — drewniane.

W celu całkowitego zniszczenia wieży ciśnień ładunek mat. wyb. umieszcza się na podłodze wewnątrz budynku (rys. 160). Wszystkie otwory drzwiowe i okienne należy założyć workami z ziemią, podkładami, deskami lub innymi materiałami podręcznymi.

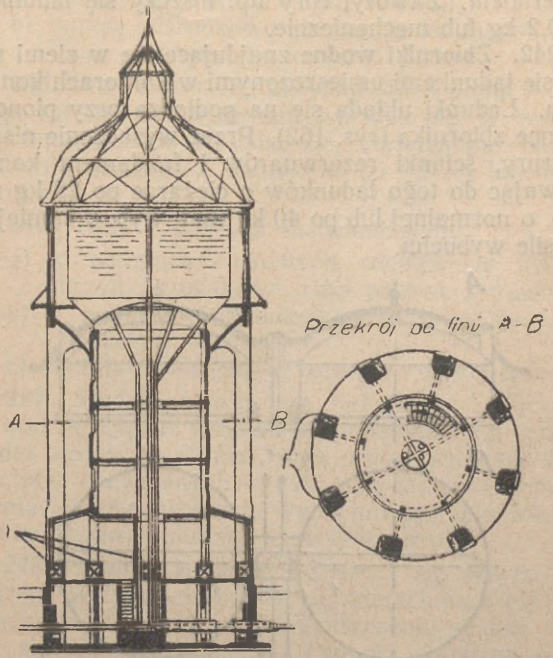


Rys. 160. Niszczenie ceglanej wieży ciśnień:

1 — ładunek dla całkowitego zniszczenia wieży; 2 — ładunek dla zniszczenia zbiornika (zewnętrzny); 3 — ładunek dla zniszczenia zbiornika (na dnie, wewnątrz zbiornika); 4 — ładunek przy rurze wodociągowej

Wielkość ładunku określamy licząc 1 kg mat. wyb. o normalnej lub 1,5 kg mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu na 1 m^3 objętości dolnego piętra.

Wieże ciśnień typu szkieletowego (żelbetowe) niszczy się wysadzając słupy nośne (rys. 161).

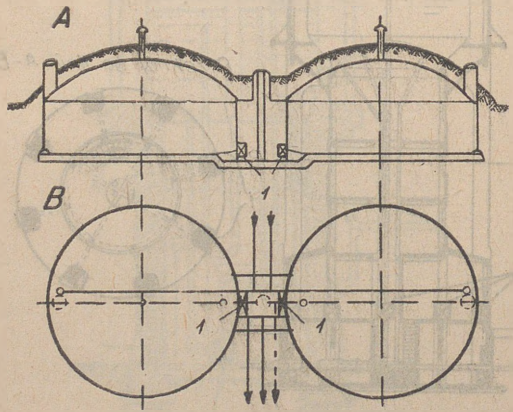


Rys. 161. Niszczenie żelbetowej stacji wodociągowej:
1 — ładunki

Ładunki umieszcza się na przecinanych elementach; wielkość ich oblicza się tak samo jak dla niszczenia elementów żelbetowych (pkt. 151—155).

Zbiornik napełniony wodą niszczy się ładunkiem 1,2 kg mat. wyb. opuszczonym na dno. Pusty zbiornik niszczy się 1,2 kg ładunkiem wolno przyłożonym, umieszczonym przy dnie zbiornika na zewnętrznej jego stronie i przyciśniętym do niego deskami lub innymi materiałem. Zawory, rury itp. niszczy się ładunkami po 0,2 kg lub mechanicznie.

242. **Zbiorniki wodne** znajdujące się w ziemi niszczy się ładunkami umieszczonymi w komorach kontrolnych. Ładunki układa się na podłodze przy pionowej ściance zbiornika (rys. 162). Przez wysadzenie niszczy się rury, ścianki rezerwuarów i fundament komory używając do tego ładunków o ciężarze po 25 kg mat. wyb. o normalnej lub po 40 kg mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu.



Rys. 162. Niszczenie zbiornika wodnego:
A — przekrój pionowy; B — plan; 1 — ładunki

243. **Zbiorniki naftowe** niszczy się tak samo jak zbiorniki wodne (pkt 241).

244. **Pompy (na stacji pomp)** niszczy się za pomocą mat. wyb. lub mechanicznie.

Przy użyciu mat. wyb.:

a) pompę parową niszczy się ładunkami po 0,4 kg umieszczonymi na parowych i wodnych cylindrach (przy skrzynce suwakowej);

b) pompę odśrodkową niszczy się ładunkiem 0,4 kg umieszczonym na korpusie pompy.

245. Przy niszczeniu **budynku stacji pomp** — rygli, klap, rur itp. oddzielnie nie wysadza się. W wypadku gdy budynku nie wysadza się, wymienione powyżej elementy niszczy się ładunkami po 0,2 kg lub mechanicznie.

246. Przy niszczeniu mechanicznym:

a) w pompach tłokowych rozbija się cylindry, skrzynki suwakowe, rury parowe i transmisje;

b) w pompach odśrodkowych rozbija się korpus i łożyska;

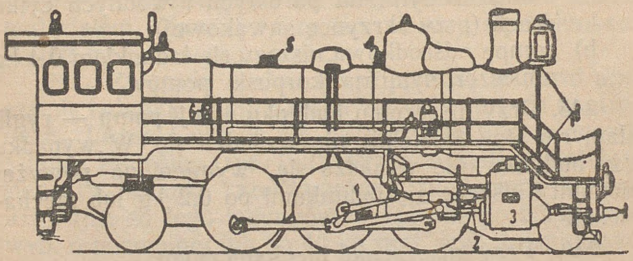
c) rozbija się drobne urządzenia i części fasonowe.

247. **Studnie** niszczy się ładunkiem zanurzonym w wodzie. Ciężar ładunku przy betonowych ścianach studni wynosi 16 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu, przy drewnianych — dwa razy mniej. Celem uzyskania lepszego działania wybuchu studnię z wierzchu należy przykryć deskami i zasypać ziemią.

248. **Studnie artezyjskie** niszczy się zasypując je żwirem. W tym celu usuwa się wierzchnią część urządzenia studni. Przy szybkim niszczeniu studnię wysadza się 10 kg ładunkami. Ładunki opuszcza się do otworu studziennego na głębokość 2 m. Na skutek wybuchu niszczy się rurę odziewającą i wodociągową; otwór studzienny zasypuje się ziemią.

249. **Warsztaty, parowozownie i urządzenia energetyczne** niszczy się materiałem wybuchowym lub mechanicznie.

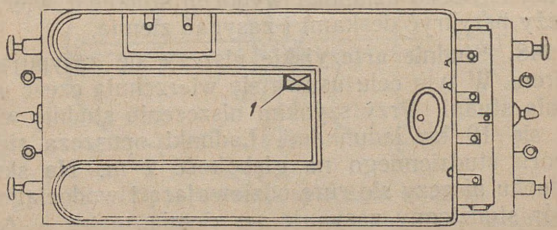
250. **Parowóz** niszczy się w większym lub mniejszym stopniu, w zależności od miejsca umieszczenia na nim ładunków (rys. 163).



Rys. 163. Niszczenie parowozu:

1 — ładunek przy wale korbowym; 2 — ładunek przy stawidłach; 3 — ładunek przy cylindrze; 4 — ładunek przy zbiorniku przegrzanej pary; 5 — ładunek przy kotle; 6 — ładunek przy rurach płomieniowych

Lekkie uszkodzenie osiąga się przez wysadzenie ładunku 0,4 kg umieszczonego przy wale korbowym



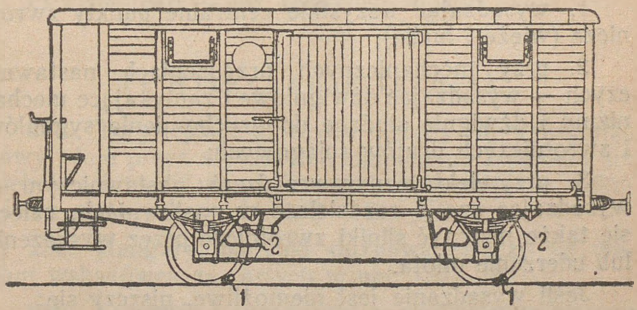
Rys. 164. Niszczenie tendra:

1 — ładunek

lub stawidle. Znaczne uszkodzenie osiągamy przez wysadzenie ładunku 1,2 kg mat. wyb. umieszczonego przy cylindrze lub przy zbiorniku przegrzanej pary, przy ściankach kotła lub w palenisku na początku rur płomieniowych; to ostatnie możliwe jest tylko przy zimnym parowozie.

251. Tender niszczy się ładunkiem 0,8 kg umieszczonym przy ściance zbiornika, w dolnej jego części (rys. 164).

252. Wagony niszczy się ładunkami 0,4 kg umieszczonymi przy cienkiej części resorów lub przy kołach (rys. 165).



Rys. 165. Niszczenie wagonu towarowego:
1 — ładunki przy kołach; 2 — ładunki na resorach

Jeśli na torze kolejowym jest dużo wagonów, niszczy się je wysadzając pod nimi w kilku miejscach tor.

253. Przy mechanicznym sposobie niszczenia zdejmuje się z parowozu lub niszczy się uderzeniami młota: regulator, manometr, wodowskaz, kurki wodne itp.

254. Przy masowym niszczeniu, tabor kolejowy niszczy się w następujący sposób: w skrajnych wagonach składu pociągu wysadza się osie, a w parowozach najważniejsze części; w kilku miejscach niszczy się szyny pod składem pociągu, następnie pali się go.

255. **W liniach telegraficzno-telefonicznych** niszczy się słupy, z których przewody odchodzą do wewnątrz budynku stacyjnego oraz doprowadzenia wewnętrzne i zewnętrzne. Waga ładunku — 0,4 kg.

256. Przy niszczeniu **urządzeń sygnalizacyjnych i blokowych** wysadza się jednocześnie urządzenia centralne oraz zwrotnice i sygnały. Przy dostatecznej ilości materiałów wybuchowych centralne urządzenie blokowe niszczy się:

1. wysadzając wszystkie centralne punkty zwrotnicze (wieże i budki);

2. przy mechanicznych urządzeniach nastawniczych — wysadzając dźwigniowe i zamykające mechanizmy i dźwignie służące do uruchomienia sygnałów i zwrotniczych drutów ściągowych;

3. przy elektrycznym urządzeniu nastawniczym — wysadzając szafki rozdzielcze w nastawniach; zaleca się także niszczyć silniki zwrotnicze przez wysadzenie lub uderzenie młota.

Jeśli wysadzanie jest niemożliwe, niszczy się:

1. baterie i ogniwa — rozbijając je;

2. urządzenia elektryczne — rozbijając je;

3. kable i przewody urządzeń sygnalizacyjnych — przecinając je w kilku miejscach;

4. telefoniczne i telegraficzne aparaty — rozbijając je;

5. dźwignie służące do uruchomienia sygnałowych i zwrotniczych drutów ściągowych — rozbijając rolki i przecinając druty;

6. dźwignie nastawnicze na centralnych nastawniach łącznie z sygnałowymi dźwigniami iglicowymi lub kolumny rozjazdowe, przestawne i poziome drążki kierownicze — rozbijając je.

Wielkość ładunków potrzebnych do zniszczenia:

a) sygnałów — 0,8—1,6 kg;

b) dźwigów sygnałowych — 0,4 kg;

c) semaforów i tarcz — 0,8—1,6 kg.

257. **Rampy** niszczy się:

a) ziemne ze ścianami kamiennymi — jak ściany;

b) drewniane — jak drewniane mosty;

c) żelbetowe — jak żelbetowe mosty.

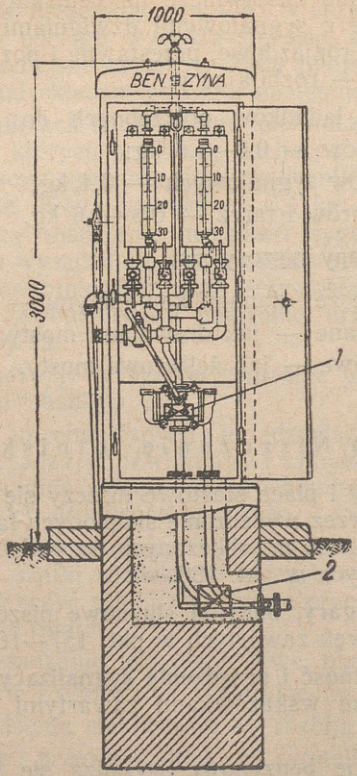
F) Niszczenie lotnisk

258. Tory i place startowe niszczy się wykonując rowy i leje przez wysadzenie skupionych ładunków na głębokości 1—1,5 m, obliczonych na podstawie wskazówek podanych w pkt. 180—181.

259. **Hangary, budynki służbowe** niszczy się według wskazówek zawartych w pkt. 157—161.

260. **Łączność i urządzenia sygnalizacyjne** niszczy się zgodnie ze wskazówkami zawartymi w pkt. 255 i 256.

261. **Stacje benzynowe** wysadza się lub rozbija młotem. Materiały pędne wypuszcza się ze zbiorników, cystern itp. i podpala się. Stację benzynową niszczy się 1—2 kg ładunkiem mat. wyb. umieszczonym przy pompie lub przy rurach w studzience (rys. 166). Krany, dźwignie i szkła kontrolne rozbija się młotem.



Rys. 166. Niszczenie stacji benzynowej:
1 — ładunek przy pompie; 2 — ładunek przy rurach w studzience

262. **Przystanie na wodowiskach** niszczy się zgodnie ze wskazówkami zawartymi w pkt. 257.

ROZDZIAŁ X

WYSADZANIE BUDOWLI FORTYFIKACYJNYCH

A) Wysadzanie budowli żelbetowych i drewniano-ziemnych

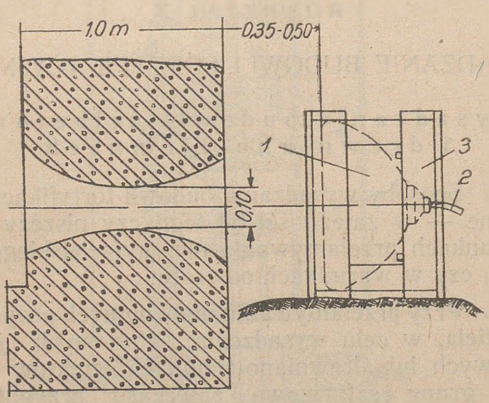
263. Sposoby wysadzania budowli fortyfikacyjnych są różne — w zależności od tego czy niszczy się je w warunkach przełamywania nieprzyjacielskiego pasa obrony, czy w warunkach odwrotu.

264. Przy przełamywaniu umocnionych pozycji nieprzyjaciela, w celu wysadzenia betonowych, żelazobetonowych lub drewniano-ziemnych punktów ogniowych, grupy szturmowe zawczasu przygotowują ładunki o wadze 10 kg trotylu, które umieszcza się w otworach strzelniczych lub u wejść.

Wysadzanie takich ładunków przeprowadza się za pomocą zapalników lontowych zapalanych mechanicznie (uderzenie iglicy lub przez tarcie).

265. W celu zwiększenia działania mat. wyb. stosuje się uformowane ładunki skupione (kumulatywne), umieszczane przy ściance żelazobetonowej budowli, drzwiach pancernych, strzelnicy, kopule pancernej. Wklęsła część ładunku winna być skierowana do wysadzanego obiektu. Ładunek o ciężarze 10 kg mat. wyb. umieszcza się w odległości 35—50 cm od wysadzanego obiektu. Na skutek wybuchu w żelazobetonowej ściance

o grubości 1 m powstaje przebicie o średnicy do 10 cm (rys. 167), a w kopule pancernej o grubości do 15 cm — przestrzelina o średnicy do 8 cm (rys. 63). Ściana żelazobetonowa o grubości do 0,5 m przebijana jest z odległości 1,5 m, a drzwi pancerne — z odległości do 10 m.

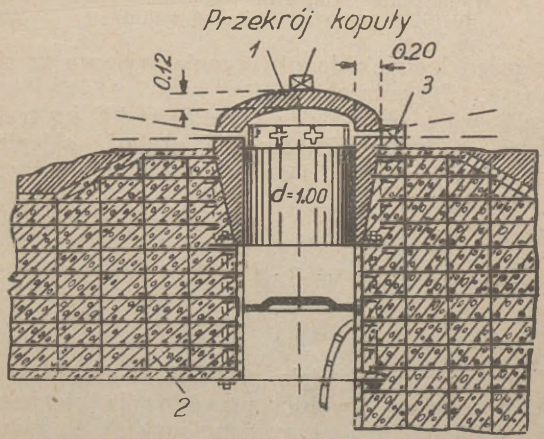


Rys. 167. Działanie ładunku kumulatywnego na żelazobetonową ścianę:
1 — ładunek kumulatywny; 2 — zapalnik lontowy; 3 — umocowanie ładunku (przebicie ściany po wybuchu ładunku)

266. Przy wysadzaniu kopuł pancernych (rys. 168) należy brać pod uwagę, że pancerz kopuły z tylnej strony i z wierzchu może być cieńszy, dlatego też ładunki należy umieszczać w tych miejscach.

Obliczenie ładunku dla przecięcia pancerza podane jest w pkt. 144. Ładunek winien ściśle przylegać do kopuły pancernej.

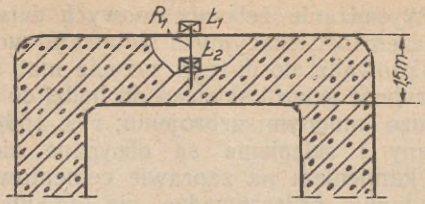
267. **Wysadzanie żelazobetonowych ścian i sklepień** urządzeń fortyfikacyjnych ładunkami wolno przyłożonymi prowadzi do dużego zużycia mat. wyb., ponieważ grubość ścian i sklepień dochodzi do 1,5—2 m (przy bardzo mocnym uzbrojeniu; rys. 168). Oprócz tego ściany i sklepienia są obsypane ziemią lub obłożone kamieniem na zaprawie cementowej. Obliczenie ładunku przeprowadza się zgodnie z pkt. 151—155.



Rys. 168. Wysadzanie kopuły pancernej:
1 — kopuła pancerna; 2 — uzbrojenie; 3 — ładunek

W celu zniszczenia załogi schronu dostateczne jest rozbicie betonu bez przecinania uzbrojenia.

W celu zwiększenia skutku wybuchu ładunki umieszcza się w istniejących wyrwach od pocisków lub bomb lotniczych. W razie braku takich wyrw można zastosować dwa kolejne wybuchy (rys. 169), na skutek czego oszczędzimy mat. wyb.



Rys. 169. Wysadzanie sklepienia żelazobetonowej budowli fortyfikacyjnej: Ł1 i Ł2 — ładunki

Na jeden ładunek do utworzenia wyłomu w sklepieniu (rys. 151) potrzeba:

$Ł = 6 \cdot w \cdot u \cdot R^3 = 6 \cdot 4 \cdot 4{,}5 \cdot 1{,}5^3 = 400$ kg trytolu (dodano 10% uwzględniając, że grubość sklepienia wynosi ponad 1 m; pkt 151), a na dwa ładunki potrzeba:

$$Ł_1 = 6 \cdot w \cdot u \cdot R_1^3 = 6 \cdot 4 \cdot 4{,}5 \cdot 1 = 108 \text{ kg}$$

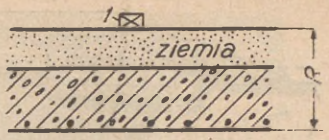
$$Ł_2 = 6 \cdot w \cdot u \cdot R_1^3 = 6 \cdot 4 \cdot 4{,}5 \cdot 1 = 108 \text{ kg}$$

Razem 216 kg

W podanym przykładzie, przy 1,5 m grubości sklepienia, promienie działania przyjęto dla pierwszego i drugiego ładunku po 1 m. Tłumaczy się to tym, że na skutek pierwszego wybuchu otrzymamy wyrwę o głębokości mniejszej od 1 m, ponieważ R_1 nie dotyka dolnej obnażonej powierzchni.

268. Gdy strop składa się ze stalowych belek lub dźwigarów, ładunek dla utworzenia wyłomu oblicza się zgodnie z pkt. 155. W wypadku różnorodnego materiału (np. z góry ziemia, z dołu żelazobeton) ładunek należy obliczać jak dla żelazobetonu. W ten sposób w wielkość R powinna wejść i grubość warstwy ziemi (rys. 170).

269. Przy wysadzaniu urządzeń fortyfikacyjnych z chodnika minowego (rys. 171) należy kierować się wskazówkami zawartymi w pkt. 180—185. Zniszczenie można wykonać tak drogą wybuchu na wyrzut, jak również uchwyciwszy budowlę lub część jej (np. bliższą ścianę boczną) elipsoidą wybuchu (gdy otrzymanie leja lub wyłomu nie jest potrzebne).



Rys. 170. Określenie promienia działania ładunku działającego przez warstwę ziemi:
1 — ładunek

W pierwszym wypadku obliczamy ładunek jak dla miny zwykłej, w drugim wypadku — jak dla wypierającej lub głuchej. We wszystkich wypadkach należy brać pod uwagę różnorodność gruntu i materiału. Jeśli trzeba zniszczyć beton budynku, który znajduje się ponad ziemią, obliczenie ładunków przeprowadzamy jak dla betonu, tj. K bierzemy dla betonu.

Przy minie wypierającej ładunek będzie wynosił:

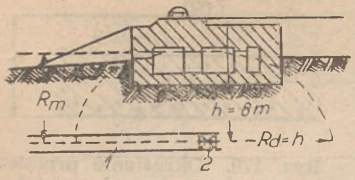
$$Ł = 0{,}4\ Kh^3 = 0{,}4 \cdot 3{,}59 \cdot 8^3 = 740 \text{ kg amonitu.}$$

Mały (pionowy) promień elipsoidy działania (tabela nr 19, str. 215) wyniesie:

$$R_m = 0{,}7\ h = 0{,}7 \cdot 8 = 5{,}6 \text{ m.}$$

Długość uszczelnienia przy amonicie (pkt 185 i tabela nr 19):

$$L = 2\ R_d = 2\ h = 2 \cdot 8 = 16 \text{ m.}$$



Rys. 171. Przykład wysadzania żelazobetonowego urządzenia fortyfikacyjnego z chodnika minowego:
1 — chodnik minowy; 2 — ładunek;
dla miny wypierającej R_m = 0,7 h = 0,7 · 8 = 5,6 m i Rd = h = 8 m

270. W celu zniszczenia urządzeń fortyfikacyjnych opuszczanych przy odwrocie, należy stosować ładunki wewnętrzne i umieszczać je w najważniejszej części budowli w miejscach ustawienia armat lub k. m.

Ładunki takie oblicza się według wzoru:

$$Ł = 1{,}5\ V\ n^2,$$

gdzie Ł — ładunek mat. wyb. o normalnej sile wybuchu w kg;

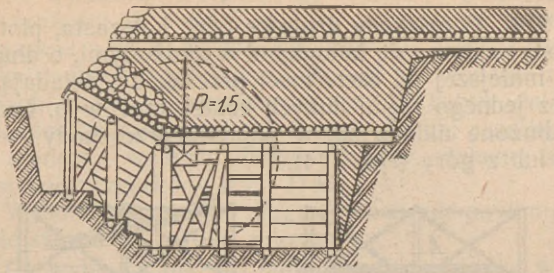
V — objętość wnętrza w m^3;

n — największa grubość ściany w m.

Przed wysadzeniem wszystkie otwory drzwiowe i okienne należy zasypać ziemią lub założyć workami z ziemią.

Przy przygotowaniu budowli zawczasu do zniszczenia należy w ścianach jej wykonywać rękawy lub nisze i zakładać ładunki obliczone zgodnie ze wskazówkami rozdziału VII. Na skutek wysadzenia ścian, sklepienie również zawali się i budowla zostanie wyeliminowana z działań. Rękawy należy wykonywać w narożach ścian.

271. **Drewniano-ziemne schrony wykopowe** wysadza się ładunkami skupionymi umocowanymi przy stropie u wejść do schronu (rys. 172).



Rys. 172. Wysadzanie drewniano-ziemnego schronu wykopowego ładunkiem skupionym, umieszczonym wewnątrz przy stropie u wejścia

Wielkość skupionego ładunku określa się na podstawie wzoru:

$$Ł = 12\ R^3,$$

gdzie R — żądany promień działania w m (liczony na zawalenie się sklepienia),

Ł — ładunek mat. wyb. o normalnej sile wybuchu w kg.

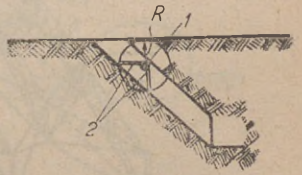
272. Celem zniszczenia strzelnic w schronach drewniano-ziemnych zakłada się w nie 5 kg ładunki mat. wyb. o normalnej sile wybuchu.

273. Schrony podkopowe niszczy się w taki sam sposób jak i wykopowe (rys. 173).

Ładunki oblicza się według wzoru:

$$Ł = 4\ R^3,$$

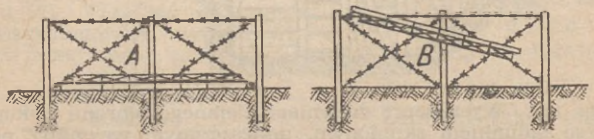
gdzie R — żądany promień działania równy grubości warstwy ziemnej ponad ładunkiem.



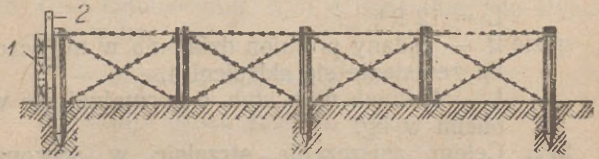
Rys. 173. Wysadzanie schronu podkopowego:
1 — ładunek u wejścia;
2 — podpórki podtrzymujące ładunek

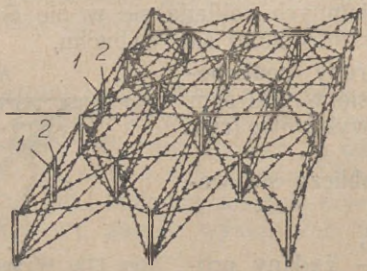
B) Niszczenie przeszkód

274. Przeszkody drutowe (sieć kolczasta, płot kolczasty) niszczy się ładunkami wydłużonymi, o długości nie mniejszej od szerokości przeszkody, składającymi się z jednego rzędu dużych kostek mat. wyb. Ładunki wydłużone układa się w poprzek przeszkody — pod nią lub z góry (rys. 174).



Rys. 174. Niszczenie sieci kolczastej ładunkami wydłużonymi składającymi się z jednego rzędu kostek dużych: A — ładunek podsunięty; B — ładunek nałożony





Rys. 175. Niszczenie wysokiej sieci kolczastej pionowymi ładunkami wydłużonymi, złożonymi z jednego rzędu kostek dużych na listwie żelaznej:
1 — ładunek; 2 — listwa żelazna

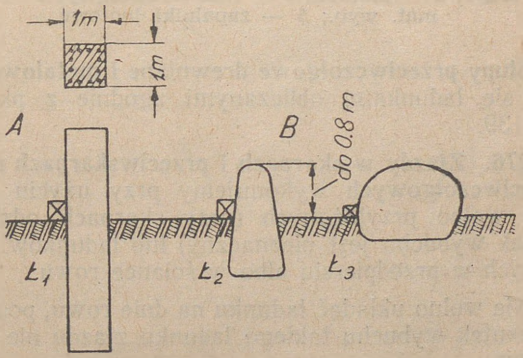
Po wybuchu otrzymuje się wyłom w przeszkodzie o szerokości od 4 do 5 m. Do wysadzania wysokich przeszkód z drutu kolczastego również stosuje się pionowe ładunki wydłużone, złożone z jednego rzędu dużych kostek, przymocowanych do listwy żelaznej grubości nie mniejszej niż 3 cm. Ładunki rozmieszcza się pionowo, wzdłuż dużych kołków, żelazną listwą w stronę przeszkody (rys. 175).

Wysokość ładunku i długość listwy nie powinny być mniejsze od wysokości przeszkody.

Po wybuchu takiego ładunku otrzymuje się wyłom o szerokości około 2 m.

275. Przeciwczołgowe słupy żelazobetonowe niszczy się ładunkami obliczonymi zgodnie z pkt. 151—155. Przecinanie uzbrojenia nie jest konieczne, ponieważ nie stanowi ono przeszkody dla czołga.

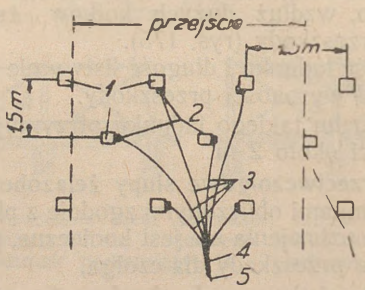
Dla żelazobetonowych słupów nie większych niż 1×1 m wystarcza ładunek około 5 kg trotylu (rys. 176, A).



Rys. 176. Wysadzanie słupów:
A — słup żelazobetonowy; B — słupy kamienne;
Ł1 = 5 kg; Ł2 = Ł3 = 2 kg mat. wyb.

Słupy przeciwczołgowe z całych kamieni (rys. 176, B) rozbija się 2 kg ładunkiem trotylu.

Przy kilku rzędach słupów ładunki i sieć ogniową przygotowuje się zawczasu w zależności od szerokości żądanego przejścia (rys. 177).



Rys. 177. Tworzenie przejścia w przeszkodzie przeciwczołgowej:

1 — słupy; 2 — ładunki; 3 — lont wybuchowy; 4 — kostka mat. wyb.; 5 — zapalniki lontowe

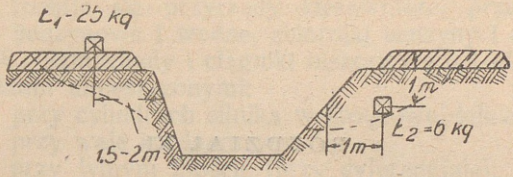
Słupy przeciwczołgowe drewniane i metalowe niszczy się ładunkami obliczanymi zgodnie z pkt. 124 lub 139.

276. Zjazdy w skarpach i przeciwskarpach rowów przeciwczołgowych wykonujemy przy użyciu ładunków wolno przyłożonych (przy skarpach odzianych skutek wybuchu jest nieznaczny) lub ładunków zagłębionych w przedpiersiu albo w ściance rowu.

Nie wolno układać ładunku na dnie rowu, ponieważ na skutek wybuchu takiego ładunku zjazdu nie otrzymamy.

Przy wysadzaniu skarp rowu ładunkami wolno przyłożonymi, układa się je z wierzchu w odległości

1—1,5 m od górnej krawędzi skarpy; waga ładunku wynosi 25 kg (rys. 178).



Rys. 178. Urządzenie zjazdu w rowie przeciwczołgowym przez wysadzenie: Ł1 i Ł2 — ładunki

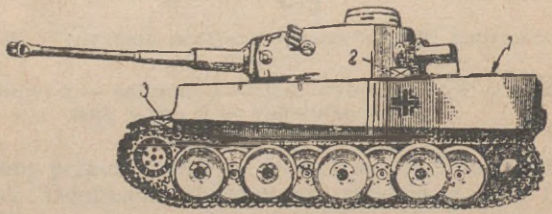
Jeżeli ładunek umieścimy w ziemi na głębokości 1 m, wielkość jego wydatnie się zmniejszy i dla wykonania zjazdu wystarczy 6 kg mat. wyb.

ROZDZIAŁ XI

NISZCZENIE UZBROJENIA I SPRZĘTU BOJOWEGO

277. Czołg niszczy się ładunkami mat. wyb. umieszczonymi:

a) wewnątrz czołga, na silniku przy cylindrach w środkowej ich części; wielkość ładunku 0,4 — 0,8 kg;



Rys. 179. Niszczenie czołga:
1 — ładunek na cylindrach silnika; 2 — ładunek przy podstawie wieżyczki; 3 — ładunek na gąsienicy przy kole prowadzącym

b) przy podstawie wieżyczki; wielkość ładunków 0,8—1,2 kg; wieżyczka przy tym musi być zaklinowana;

c) na jednej lub obydwu gąsienicach przy kole prowadzącym; wielkość każdego ładunku 2 kg.

Oprócz tego czołg może być albo spalony, albo zniszczony mechanicznie, np.:

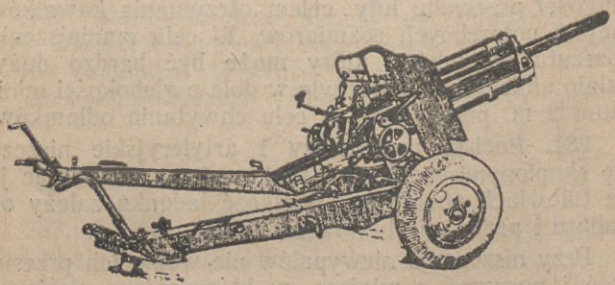
a) rozbija się bloki cylindrowe silnika uderzeniami młota;
b) rozbija się przyrządy kierownicze, przewody benzynowe i wodne, zbiorniki benzyny i oliwy.

278. Samochody i ciągniki niszczy się 0,4—0,8 kg ładunkami umieszczonymi:
a) przy cylindrach silnika w środkowej ich części;
b) przy wale kardanowym;
c) przy tylnym moście (przy dyferencjale);
d) przy skrzynce biegów.

Poza tym można rozbić młotem bloki cylindrowe silnika, dolną część karteru oraz przebić chłodnicę i zbiorniki.

279. Samolot niszczy się:
a) ładunkami mat. wyb. po 0,4 do 0,6 kg, umieszczonymi przy wszystkich cylindrach silnika w każdym silniku;
b) przez spalenie, uprzednio oblewając samolot od wewnątrz benzyną, naftą itp.;
c) przez mechaniczne zniszczenie przyborów kierowniczych (np. młotkiem).

280. Działa niszczy się ładunkami mat. wyb. umieszczonymi w przewodach luf, w komorach nabo-



Rys. 180. Niszczenie działa ładunkiem umieszczonym nad zamkiem: 1 — ładunek

jowych lub nad zamkami (rys. 180). Przy tego rodzaju wybuchach odłamków z reguły nie ma.

Wielkość ładunków mat. wyb. o normalnej sile wybuchu zależy od kalibru działa i podana jest w tabeli 24.

Tabela nr 24

Wielkość ładunku potrzebnego do zniszczenia działa w zależności od jego kalibru

Kaliber działa (moździerza) w mm	Wielkość ładunku w kg	Kaliber działa (moździerza) w mm	Wielkość ładunku w kg
37— 50	0,2—0,4	150—200	4,0— 5,0
70— 76	1,0—1,2	200—300	5,0— 7,0
80—100	1,2—2,0	300—400	7,0—10,0
100—150	2,4—4,0	ponad 400	10.0—15,0

Przy rozbijaniu zepsutych dział na łom ładunki umieszcza się w przewodach luf; ciężar ładunku bierze się licząc 1,4—2 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu na 1 m lufy. Obliczoną niezbędną ilość mat. wyb. rozmieszcza się w postaci oddzielnych ładunków na całej długości przewodu lufy celem otrzymania kawałków metalu potrzebnych rozmiarów. W celu zmniejszenia rozrzutu odłamków, który może być bardzo duży, działo umieszcza się pochyło w dole o głębokości minimum 2 m, przykrytym w celu chwytania odłamków.

281. Pociski moździerzy i artyleryjskie niszczy się skupionymi ładunkami mat. wyb. umieszczając je na tułowiach pocisków. Wielkość ładunku zależy od kalibru i podana jest w tabeli nr 25.

Przy niszczeniu niewypałów nie wolno ich przesuwać i poruszać z miejsca, w którym je znaleziono. Z reguły przy wysadzaniu pocisku wybucha jego ładu-

nek wybuchowy, dlatego też rozrzut odłamków może być bardzo duży.

Pociski przy wysadzaniu należy przykrywać darniną, ziemią, a w miejscach zaludnionych należy stosować obwałowywanie.

Tabela nr 25

Ciężar ładunku mat. wyb. do niszczenia pocisków w zależności od kalibru pocisku i otrzymany przy tym rozrzut odłamków

Kaliber pocisku w mm	Ciężar ładunku trotylu w kg	Rozrzut odłamków w m
37— 76	0,2	do 500
80—105	0,4	do 750
105—150	0,6	do 1200
150—200	0,6—1,0	W zależności od wielkości ładunku; nie mniej jednak niż 1500 m
200—300	1,0—2,0	
300—400	2,0—3,0	
ponad 400	ponad 3,0	

282. Bomby lotnicze niszczy się ładunkami mat. wyb. umieszczonymi na tułowiu bomby z przeciwległej strony zapalnika. Wielkość ładunku wynosi:

dla bomb lotniczych o ciężarze 25—50 kg 0,4 kg
„ „ „ „ 100 „ 0,6 „
„ „ „ „ 250 „ 1,2 „
„ „ „ „ 500 „ 2,0 „
i większe

283. Statki o konstrukcji metalowej (barki, statki itp.) niszczy się ładunkami mat. wyb. umieszczonymi:

a) wewnątrz statków w części podwodnej pomiędzy wręgami; wielkość ładunków a także ich kształt

i ilość określa się w zależności od grubości kadłuba statku i potrzeby szybkiego lub wolnego zatopienia go;

b) na częściach maszyn, kotłach lub na wale napędowym; w pierwszych dwóch wypadkach ciężar ładunków wynosi od 0,4 do 1,2 kg, w ostatnim wypadku ładunek oblicza się biorąc 75 g mat. wyb. na 1 cm^2 przekroju poprzecznego wału; dwa takie ładunki umieszcza się z dwóch stron wału z przesunięciem wzajemnym równym grubości wału (patrz przecinanie stalowych lin — pkt 143);

c) wewnątrz statków, przy wręgach (żebrach) lub w miejscu połączenia wręg z belką przechodzącą wzdłuż dna statku; wielkość ładunku — według obliczeń dla stali (zazwyczaj od 2 do 4 kg mat. wyb.); we wszystkich podanych wypadkach ładunki winny być wysadzane równocześnie;

d) na łańcuchach lub linach idących od kabiny sternika do steru; obliczenie i miejsce umocowania ładunków takie samo jak przy przecinaniu stalowych lin (pkt 143).

Poza tym statki mogą być palone od wewnątrz; rozpoczynać palenie należy przede wszystkim od maszynowni lub od składu paliwa.

Statki drewniane z reguły pali się.

284. Składy amunicji niszczy się ładunkami mat. wyb. o normalnej sile wybuchu umieszczonymi wewnątrz składu na tułowiu jednego z pocisków (miny lub bomby lotniczej).

Przy zastosowaniu dwóch lub więcej ładunków należy je umieszczać w różnych rogach składu (stosu). Jeśli mamy zniszczyć kilka składów (stosów), w każdym z nich winien być umieszczony przynajmniej jeden ładunek.

Wielkość ładunków bierzemy z tabeli nr 25 lub na podstawie pkt. 282.

285. **Magazyny mundurowe** pali się.

Umundurowanie przed spaleniem należy oblać benzyną, naftą itp.

286. **Żywność i furaż** znajdujące się w drewnianych budynkach lub w drewnianych albo woskowych opakowaniach i składające się z produktów palnych (mąka, kasza, mięso) należy palić.

Jeżeli produkty niepalne lub przechowywane w odpornym na ogień opakowaniu (konserwy, wino) znajdują się w drewnianych budynkach, palimy je razem z budynkiem, a szklane naczynia rozbija się. Można je również zatopić.

287. **Magazyny materiałów pędnych** pali się. Korki, pokrywy i okienka metalowych opakowań (beczki, baki, cysterny) należy przed spaleniem otworzyć.

Paląc materiały pędne należy wystrzegać się wybuchu. Ropę naftową zapala się za pomocą butelek z płynem zapalającym lub niewielkich ładunków mat. wyb. (0,2—0,4 kg) umieszczonych w bańce z benzyną lub naftą, którą zanurza się w ropę naftową.

288. **Składy ze sprzętem** niszczyć przez spalenie można tylko w tym wypadku, jeśli sprzęt zgromadzony jest w magazynach. W przeciwnym wypadku sprzęt należy niszczyć stosownie do wskazówek zawartych w poprzednich rozdziałach.

ROZDZIAŁ XII

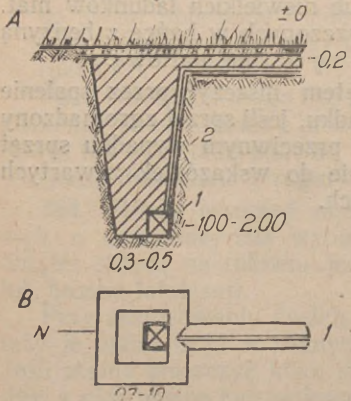
FUGASY POLOWE I MINY PODWODNE

289. Fugasy polowe i miny podwodne są to kierowane przeszkody wykonane z mat. wyb. (minowe) sporządzane przez oddziały z podręcznych środków.

A) Fugasy polowe

290. Fugasy polowe ze względu na budowę dzielimy na fugasy zwykłe i fugasy miotające.

291. Zwykłe fugasy polowe (rys. 181) stosuje się w systemie innych przeszkód; mają one postać ładunków, założonych w ziemie.



Rys. 181. Zwykły fugas polowy: A — przekrój wzdłuż N 1; B — plan; 1 — ładunek; 2 — przewody

Fugasy takie umieszcza się w miejscach prawdopodobnego gromadzenia się i ruchu grup nieprzyjaciela (ukryte podejścia, przerwy między przeszkodami itd.) oraz w celu zamknięcia przejść w przeszkodach.

W obronie fugasy zakłada się w odległości co najmniej 150 m od własnych oddziałów. Przy rozmieszczaniu fugasów przed własnymi przeszkoda-

mi drutowymi, odległość pomiędzy fugasem a przeszkodą winna być większa od odległości rzutu granatem ręcznym, tj. 50 m, a to celem zapobieżenia zniszczeniu przeszkód drutowych przez nieprzyjaciela znajdującego się w lejach powstałych od wybuchu fugasów.

Zwykłe fugasy polowe ustawia się w jednym lub w kilku rzędach w szachownicę. Odległości pomiędzy fugasami w rzędzie wynoszą 10—15 m, między rzędami — 20—30 m.

292. Przy zwykłych fugasach polowych stosujemy mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu. W tym wypadku ładunki umieszcza się w wodoszczelnych opakowaniach (smołowane skrzynie drewniane, smołowane worki, bańki metalowe, nagumowane pokrowce itp.).

Ładunki mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu, zakopywane na głębokości 0.5—0.7—1 m, posiadają ciężar — odpowiednio do głębokości — 4—8—10 kg.

Zapalanie zwykłych fugasów polowych przeprowadza się sposobem elektrycznym ze stacji minerskiej umieszczonej w ukryciu.

Ładunki w grupach łączy się szeregowo: w celu przyspieszenia pracy lub w razie braku dostatecznej ilości zapalników elektrycznych; ładunki w grupach można łączyć lontem wybuchowym.

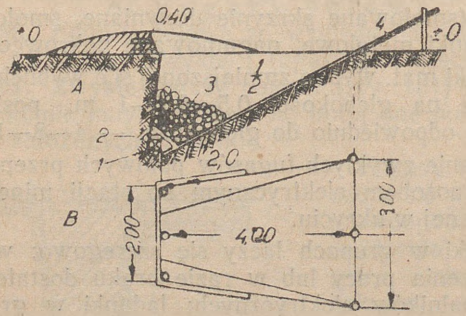
W celu zapobieżenia uszkodzeniu przewodów i lontu wybuchowego należy je wkopywać w ziemię na głębokości 25—30 cm. Dla większej pewności każda grupa fugasów powinna mieć oddzielne przewody główne.

Wspólny przewód powrotny dla kilku grup dopuszczalny jest w wyjątkowych wypadkach.

Przewody prowadzące do oddzielnych grup fugasów winny przechodzić w odległości zabezpieczającej je od uszkodzenia jednym pociskiem lub bombą lotniczą. Miejsca ustawienia fugasów, rowki dla przewo-

dów i stacja minerska winny być naniesione na mapę i starannie zamaskowane w terenie.

293. Fugasy miotające (rys. 182) stosuje się przy obronie wąskich przejść, wąwozów, stromych podejść jak również w celu wzmocnienia przeszkód sztucznych. W celu urządzenia takiego fugasa wykopuje się rów o głębokości 1,5—2 m — z pochylnią. W słabym gruncie ścianki rowu odziewa się żerdziami, deskami lub chrustem. Ziemię z wykopu wyrzuca się w tył, tworząc nasyp odziany od strony rowu darniną. Wysokość nasypu nie może być większa niż 0,4 m, aby nie demaskować fugasa.



Rys. 182. Fugas miotający:
A — przekrój; B — plan; 1 — ładunek; 2 — tarcza; 3 — kamienie; 4 — żerdź kierunkowa

Wzdłuż pochylni układa się dwie gładkie żerdzie lub deski. Na dnie rowu umieszcza się ładunek w odpowiednim pokrowcu (10—20 kg amonitu lub 7,5—15 kg trotylu).

Nad ładunkiem ustawia się prostopadle do dwusiecznej kąta tarczę z desek grubości 5,0—7,5 cm o wymiarach 0,8×0,8 m; tarczę robi się podwójną lub przy dużych ładunkach — potrójną. Pomiędzy ładun-

kiem i tarczą układa się poduszkę z chrustu lub słomy w celu zmniejszenia kruszącego działania mat. wyb. na tarczę. Przy użyciu trotylu deski na tarczę bierze się grubsze.

Pomiędzy tarczą a ściankami rowu nie powinno być szczelin. Przewody przeprowadza się przy tylnej ściance rowu w jednym z rogów i wkopuje się na głębokość 25—30 cm.

Na tarczę układa się kamienie wielkości jednej — dwóch pięści. Na spodzie układa się kamienie większe, na górze mniejsze. Ilość kamieni bierzemy licząc 1 m^3 kamieni na 10 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu. Lepsze jest stosowanie okrągłych kamieni polnych, w poszczególnych wypadkach jednak może być zastosowana również cegła. Ciężar 1 m^3 kamienia — do 2 000 kg.

Z góry fugas przykrywa się siatką maskującą.

Kolejność prac przy budowie fugasów miotających jest taka sama jak przy budowie fugasów zwykłych.

Przy wybuchu fugasa miotającego, wyrzucone kamienie padają na powierzchnię mającą kształt elipsy, o dłuższej osi wzdłuż osi wyrzutu.

Rozrzut kamieni po osi wyrzutu wynosi od 150 do 300 m, z tym że poszczególne kamienie lecą dalej. Rozrzut wszerz dochodzi do 50 m.

294. Do robót przy urządzaniu fugasów wydziela się trzy zastępy saperów:

1. zastęp przygotowuje pokrowce na ładunki, napełnia je mat. wyb. i układa ładunki na miejsca;

2. zastęp trasuje i kopie doły dla fugasów oraz rowki dla przewodów (do tej grupy przydziela się również do pomocy saperom żołnierzy innych rodzajów broni);

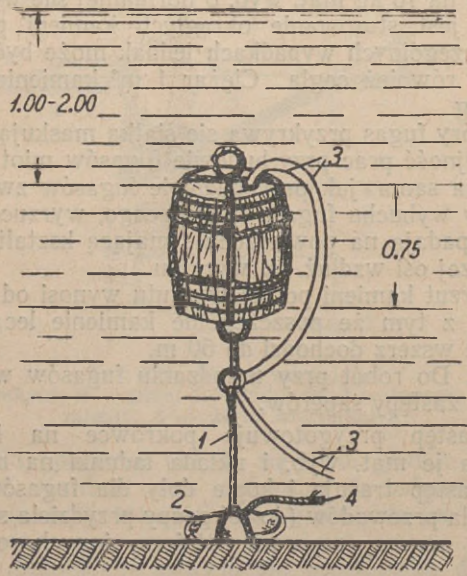
3. zastęp przeprowadza sieć elektryczną i organizuje stację minerską (zastępowy 3. zastępu jest zastępcą dowódcy oddziału minerskiego).

Kalkulacja pracy do budowy polowych fugasów podana jest w załączniku 6.

B) Miny podwodne

295. Miny podwodne (rys. 183) stosuje się przy minowaniu rzek, jezior, brodów w celu uniemożliwienia przepraw oraz ruchu statków nieprzyjaciela. Miny podwodne mogą być pływające lub denne.

Przy zagłębieniu min od 1 do 2 m stosuje się ładunki mat. wyb. o wadze od 5 do 10 kg.

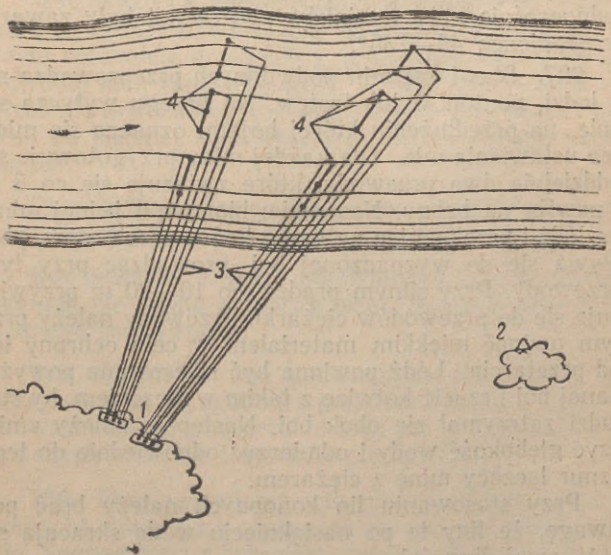


Rys. 183. Mina podwodna:
1 — sznur; 2 — obciążenie; 3 — przewody; 4 — koniec pomocniczego sznura

Pokrowce min mogą być różne, powinny jednak odpowiadać właściwościom użytego mat. wyb.

296. Rozmieszczenie min na rzece, w zależności od ich przeznaczenia, może być różne (w poprzek, wzdłuż, pod kątem); np. w celu wstrzymania ruchu statków nieprzyjacielskich miny stawia się albo w poprzek rzeki, albo pod kątem. W tym ostatnim wypadku odległość pomiędzy poszczególnymi minami winna wynosić 15—30 m, a pomiędzy rzędami min — do 100 m.

Miny dla zagradzania brodów i minowania przeszkód wodnych ustawia się w po-



Rys. 184. Schemat kierowania minami podwodnymi: 1 — stacja minerska (punkt kierowania); 2 — punkt obserwacyjny; 3 — przewody

przek brodu, wzdłuż rzeki, w jeden lub kilka rzędów, w zależności od wymiarów brodu lub szerokości zagradzanego odcinka (wzdłuż rzeki, jeziora). W takim wypadku odległość pomiędzy poszczególnymi minami winna wynosić 10—20 m, a pomiędzy rzędami 20—40 m.

Przy minowaniu rzeki minami obserwowanymi (kierowanymi), w celu zmniejszenia ilości stacji minerskich, zaleca się rzędy min rozmieszczać tak, by przedłużenia ich schodziły się w jednym punkcie — stacji minerskiej (rys. 184), z której prowadzi się obserwację ruchu statków nieprzyjacielskich, a drugi punkt obserwacyjny wybiera się tak, by można było z niego obserwować każdą minę w poszczególnych rzędach i by jednocześnie kąty wycinków obserwacji były zawarte w granicach 45—135°.

297. Stawianie min podwodnych przeprowadza się z łodzi, pontonów lub tratew. Na brzegu wytycza się linię, na przedłużeniu której bojami oznacza się miejsca ustawienia min. Dla każdej miny przygotowuje się oddzielnie dwa przewody, które związuje się co 5 m i nawija na bębny. Następnie, biorąc po jednej minie na łódź i przekazując na brzeg końce przewodów, podpływa się do wyznaczonej boi prowadząc przy tym przewody. Przy silnym prądzie co 10—20 m przywiązuje się do przewodów ciężarki. Przewody należy przy tym owinąć miękkim materiałem w celu ochrony ich od przetarcia. Łódź powinna być skierowana powyżej danej boi i rzucić kotwicę z takim wyliczeniem, by ster łodzi zatrzymał się obok boi. Następnie należy zmierzyć głębokość wody i odmierzyć odpowiednio do tego sznur łączący minę z ciężarem.

Przy stosowaniu lin konopnych należy brać pod uwagę, że liny te po nasiąknięciu wodą skracają się o $^1/_6$ swej długości.

Połączywszy minę z ciężarem i przywiązawszy do tego ostatniego końce pomocniczego sznura, sprawdza

się przewody według umówionych sygnałów ze stacji minerskiej i łączy się je z końcami przewodów miny. Połączenia należy starannie izolować i przywiązać do miny, aby nie uszkodzić przy naciągnięciu przewodów. Minę z ciężarem opuszcza się powoli w wodę na sznurze pomocniczym, który następnie przywiązuje się do boi; łódź spływa na linie kotwicznej w dół rzeki na bezpieczną odległość, po czym daje się sygnał stacji minerskiej do sprawdzenia sieci. Po otrzymaniu sygnału o sprawnym funkcjonowaniu sieci podciąga się łódź w górę rzeki, przywiązuje się linkę pomocniczą do przewodów, możliwie jak najdalej od miny, i usuwa się boję.

Jeśli okaże się, że sieć elektryczna nie działa, należy minę z ciężarem wyciągnąć za linkę pomocniczą, po czym sprawdzić przewody i, jeśli okażą się dobre, założyć do nich zapasową minę. W celu sprawdzenia zagłębienia min należy do każdej z nich przywiązać pływak na cienkiej lince długości równej danemu zagłębieniu.

Pływaki kontrolne po sprawdzeniu zagłębienia fugasów obcina się.

Bez podania z łodzi umówionego odpowiedniego sygnału nie wolno przeprowadzać ze stacji minerskiej żadnego sprawdzenia.

298. Stawianie min podwodnych zimą (pod lód) przeprowadza się zgodnie z punktem 310. Sieć ogniową prowadzi się po powierzchni lodu lub w bruzdach wykonanych w lodzie i maskuje się śniegiem.

299. Przy ustawianiu min obserwowanych (kierowanych) miejsca ich wyznacza się podczas ich stawiania. Sygnalizacja z brzegiem, ustalona w tym celu, powinna wyraźnie różnić się od sygnalizacji ustalonej dla sprawdzenia sieci elektrycznej.

C) Punkty kierowania

300. Punkt kierowania (stację minerską) organizuje się w miejscu zapewniającym dobrą obserwację całego pola minowego oraz podejść do niego i dobre zamaskowanie przed obserwacją nieprzyjacielską.

301. Punkt kierowania składa się:

a) z rowu lub schronu pozwalającego prowadzić obserwację min;

b) ze schroniska dla obsługi punktu;

c) ze źródeł prądu i elektrycznych przyrządów pomiarowych (baterie, zapalarki elektryczne, omometry itp.);

d) z zapasowych materiałów do naprawy urządzeń i sieci oraz oddzielnych ładunków (przewody, taśma izolacyjna, gudron, smoła, pokrowce do ładunków, zapalniki elektryczne itd.).

302. Do obsługiwania i ochrony min oraz do utrzymania ich w stałej gotowości bojowej wyznacza się na punkt kierowania 2—4 saperów. Do ich obowiązków należy: ochrona punktu kierowania i pola minowego; kontrola stanu źródeł prądu, sieci, min; przeprowadzanie sprawdzenia, naprawy i zamiany części uszkodzonych; utrzymanie łączności z dowódcą taktycznym odcinka, na którym ustawione są miny, oraz wysadzanie min na rozkaz dowódcy taktycznego odcinka bojowego lub na rozkaz upoważnionej do tego osoby.

Na punkcie kierowania cały czas winien znajdować się saper dyżurny, którego zadaniem jest obserwacja terenu i ochrona punktu.

303. Dbałość o gotowość bojową min polega na:

— sprawdzaniu całości żyły i sprawności izolacji przewodów co najmniej raz na dobę i oprócz tego po każdym ostrzale artyleryjskim i moździerzy oraz nalocie lotniczym na pole minowe;

— próbie napięcia i natężenia źródeł prądu co najmniej raz na trzy doby;

— sprawdzeniu ładunków min na szczelność pokrowca, szczególnie w miejscach izolowanych od wilgoci, w suchą porę roku — co najmniej raz w miesiącu, wiosną i jesienią — co najmniej raz na dziesięć dni; jeśli miny rozmieszczone są przed przednim skrajem pozycji — ładunków nie sprawdza się; ładunki niepewne należy nocą zamienić na nowe.

Wyniki kontroli, prób i prace związane z usuwaniem niedokładności lub uszkodzeń, jak również przyjęcie i zdanie dyżurów na punkcie kierowania oraz notatki o wybuchu min (czas, data, miesiąc, rok i na czyj rozkaz przeprowadzono wybuch) wpisuje się do dziennika pola minowego (załącznik 5).

304. Jeśli na punkcie kierowania znajdują się źródła prądu, należy zwracać uwagę, by nie miały połączenia elektrycznego z ziemią lub wodą.

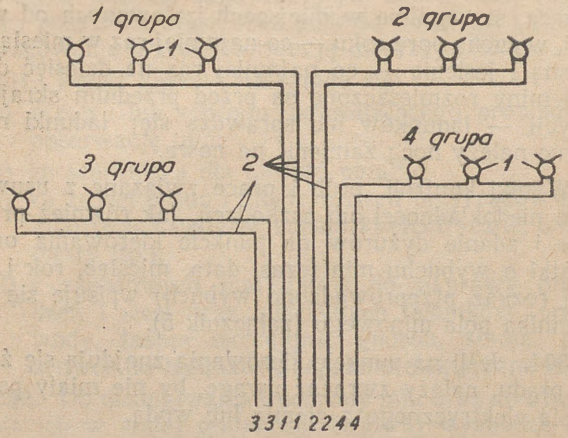
Ogniwa i baterie należy ustawiać na izolujących podkładkach (suche drzewo, brezent, płaszcz itp.) i przykrywać brezentem w celu ochrony przed deszczem. Końce przewodów łączących miny ze stacją minerską powinny być izolowane i nie powinny leżeć na ziemi.

305. Końce przewodów doprowadzonych do stacji minerskiej powinny być znaczone umówionymi znakami (rys. 185) umożliwiającymi odszukanie w dowolnej chwili odpowiednich przewodów, szybkiego połączenia ich do źródła prądu i spowodowania wybuchu tej lub innej grupy min.

306. Pola minowe oznacza się i ewidencjonuje na podstawie specjalnych wskazówek.

W formularzu pola minowego podaje się, czy pole minowe jest kierowane, a na planie pola minowego

oznacza się pola rażenia od wybuchu poszczególnych grup lub pojedynczych min oraz miejsce położenia stacji minerskiej (punktu kierowania).



Rys. 185. Schemat sieci elektrycznej pola minowego: 1 — miny; 2 — przewody

ROZDZIAŁ XIII

WYSADZANIE LODU I ZATORÓW LODOWYCH

307. Celem wysadzania lodu jest tworzenie wyrw jako przeszkód wodnych i usuwanie zatorów lodowych przed mostami.

308. Przy budowie przeszkód wyrwy mogą być tworzone zawczasu lub w chwili podejścia nieprzyjaciela do przeszkody wodnej. W pierwszym wypadku wyrwy wymagają stałego utrzymania ich w stanie niezamarzniętym. W drugim wypadku urządza się obserwowane pola minowe.

309. Wielkość ładunku do wysadzania lodu, w zależności od grubości lodu, określa się na podstawie tabeli nr 26.

Tabela nr 26

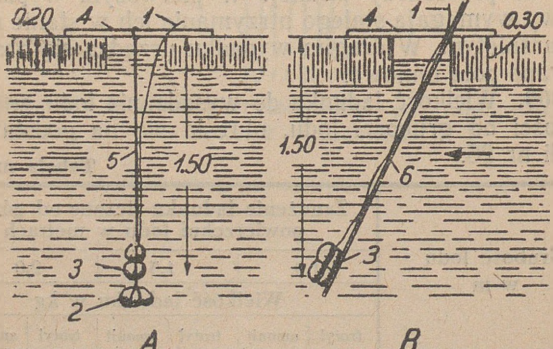
Grubość lodu w m	Zanużenie ładunku liczone od górnej powierzchni lodu w metrach					
	1,0		1,5		2,0	
	Wielkość ładunku w kg					
	trotyl	amonit	trotyl	amonit	trotyl	amonit
0,2—0,3	1	1,3	2	2,5	4	5,5
0,3—0,4	1,5	2	2,5	3,5	4,5	6
0,4—0,5	2	2,5	3	4	5	6,5
0,5—0,6	2,5	3,5	3,5	4,5	5,5	7,5
w całkowitym zatorze	5	6,5	7,5	10	10	13

W celu orientacyjnego obliczenia ilości mat. wyb., niezbędnej do wysadzenia lodu, przyjmuje się na 1 m² powierzchni — przy grubości lodu do 0,5 m — 0,075 kg trotylu lub 0,1 kg amonitu.

Podane wyżej wielkości ładunków we wszystkich wypadkach należy, o ile to jest możliwe, określić dokładniej za pomocą próbnych wybuchów.

310. W celu opuszczenia ładunków pod lód należy w nim wykonać, mechanicznie lub przez wysadzenie małych ładunków, przeręble takiej wielkości, by ładunki mogły przez nie swobodnie przejść.

Ładunki umieszcza się w hermetycznych opakowaniach (bańki metalowe, skrzynie itp.) i opuszcza się w przeręble na lince lub żerdzi umocowanej do żerdzi poziomej ułożonej na lodzie w poprzek przerębli (rys. 186). Ładunki obciąża się ciężarami.



Rys. 186. Opuszczanie ładunku pod lód:
A — na lince; B — na żerdzi; 1 — przewód; 2 obciążenie; 3 — ładunek; 4 — żerdź pozioma; 5 — linka; 6 — żerdź

Po wybuchu tworzy się w lodzie okrągła wyrwa, średnica której jest prawie cztery razy większa od głębokości zanurzenia ładunku; odległości między ładunkami daje się pięć razy większe od głębokości zanurze-

nia ładunków, ponieważ przy jednoczesnym wysadzeniu ładunków lód pomiędzy dwoma sąsiednimi ładunkami załamuje się. Ładunki rozmieszcza się w rzędach, nie w szachownicę.

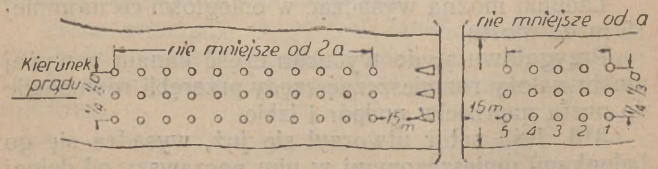
311. Przy wysadzaniu masywów lodowych wykonuje się w nich studnie o głębokości 1—1,5—2 m w celu umieszczenia w nich ładunków obliczonych na podstawie tabeli nr 26.

Odległości pomiędzy osiami studzien daje się równe podwójnej ich głębokości.

Orientacyjnie na 1 m^3 lodu należy liczyć 0,075 kg mat. wyb. o normalnej sile wybuchu lub 0,1 kg mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu.

312. W celu zapobieżenia tworzeniu się zatoru lodowego niezbędne jest przed ruszeniem lodów uwolnić od przymarzniętego lodu wszystkie podpory mostowe i izbice, wykonując bruzdy o szerokości co najmniej 0,5 m, i równocześnie za pomocą wybuchów wykonać wzdłuż rzeki (na nurcie) kanał o szerokości równej $^1/_4$—$^1/_3$ szerokości rzeki i o długości równej co najmniej trzem szerokościom rzeki: na jedną szerokość rzeki poniżej i na dwie szerokości powyżej mostu.

Budowę kanału należy zaczynać z dolnej strony mostu. Ładunki rozmieszcza się w równoległych rzędach (rys. 187).

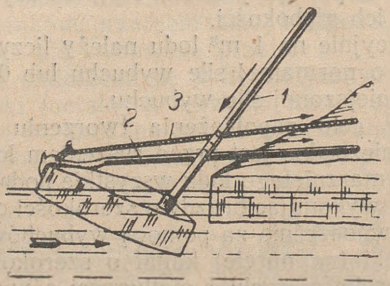


Rys. 187. Rozmieszczenie przerębli na umieszczenie ładunków przy budowie kanału w lodzie:

1, 2, 3, 4, 5, — rzędy przerębli poniżej mostu; a — szerokość rzeki

Odległości pomiędzy rzędami i pomiędzy przeręblami w rzędach winny być równe 1,25—1,5 średnicy wyrwy utworzonej na skutek wybuchu jednego ładunku (określa się na podstawie próbnych wybuchów). Przeręble wysadza się kolejno rzędami zaczynając od rzędu położonego z dolnej strony kanału.

Wielkie bryły lodu utworzone po wybuchu należy wpychać pod lód przy dolnej krawędzi kanału za pomocą żerdzi, bosaków i lin z hakami (rys. 188).



Rys. 188. Wpychanie kry pod nienaruszony lód w dolnej części kanału:
1 — żerdź; 2 — bosak; 3 — lina z hakiem

Dla bezpieczeństwa pracujących, wzdłuż krawędzi lodu, należy ułożyć deski.

Ładunki można wysadzać w odległości co najmniej 15 m od mostu.

Przygotowując do wybuchu część kanału powyżej mostu należy rozmieszczać rzędy przerębli równolegle do nurtu naprzeciw podpór i izbic.

313. Jeśli zator utworzył się już, wysadza się go ładunkami umieszczonymi w nim począwszy od dolnej jego części w celu utworzenia kanału o szerokości 20—30 m. Waga ładunków wynosi od 5 do 20 kg.

Ładunki w zatorze rozmieszcza się w dwóch — trzech rzędach w poprzek wysadzanego kanału i w od-

ległości od siebie równej czterokrotnej głębokości ich zanurzenia.

Przy zakładaniu w zatorze jednocześnie kilku ładunków długość ich zapalników lontowych powinna być jednakowa i zapalać je należy równocześnie (na komendę), by lód ruszony po pierwszym wybuchu nie przyniósł do mostu niewysadzonych jeszcze ładunków. W zatorze utworzonym obok mostu można zakładać ładunki jedynie pojedynczo.

314. Prace mające za zadanie niszczenie zatorów lodowych winny być przeprowadzane możliwie jak najszybciej.

Przy pracach należy przedsiębrać środki ostrożności, by ruszony lód nie uniósł pracujących żołnierzy. Po zatorze i po słabym lodzie należy chodzić z laskami do badania lodu. W najbardziej niebezpiecznych miejscach należy układać deski; żołnierzy pracujących w takich miejscach przewiązuje się linami, których końce winni przytrzymywać żołnierze znajdujący się na brzegu lub na mocnym lodzie. Oprócz tego winien być zorganizowany punkt ratunkowy. Poniżej zatoru powinny być łodzie z ludźmi, których zadaniem jest niesienie pomocy pracującym żołnierzom, którzy mogą być uniesieni prądem, jak również obserwacja swobodnego spływania lodu z prądem.

Prace minerskie mogą być zakończone wówczas, gdy będzie widoczne opadanie poziomu wody z górnej strony zatoru lub kiedy napór lodu przestanie zagrażać mostowi.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1

PRZECHOWYWANIE, PRZEWÓZ I NISZCZENIE MAT. WYB., ŚRODKÓW ZAPALAJĄCYCH ORAZ MIN

1. Zasady przechowywania

Polowe składnice mat. wyb.

1. W celu przechowywania mat. wyb., środków zapalających oraz min w oddziałach urządza się stałe lub polowe składnice o pojemności do 15 t. Norma załadowania jednego magazynu lub stosu wynosi do 2 t mat. wyb. lub takiej ilości min, w której ciężar mat. wyb. nie przewyższa 2 t.

2. Składnice mat. wyb. rozmieszcza się w odległości minimum 200 m od zabudowań mieszkalnych, 500 m od stacji kolejowych, przystani rzecznych, dróg kołowych i kolejowych oraz minimum 800 m od granic miast, fabryk i magazynów z materiałami łatwopalnymi. Odległość liczy się od ogrodzenia. Najmniejsza odległość pomiędzy magazynami lub stosami z mat. wyb. wynosi 60 m.

3. Magazyny przeznaczone do przechowywania do 300 kg mat. wyb. (wyjąwszy proch czarny) można budować w granicach miasta, przy czym, jeśli ilość mat. wyb. pomieszczonego w magazynie będzie wynosiła do 150 kg, odległość od budynków mieszkalnych i ulic powinna być nie mniejsza niż 50 m przy ilości mat.

wyb. od 150 do 300 kg odległość ta winna być zwiększona do 100 m.

4. Teren magazynu winien być ogrodzony, przy czym ogrodzenie winno przebiegać w odległości co najmniej 40 m od magazynu lub stosu mat. wyb.

5. Magazyny mat. wyb. winny być rozmieszczane w suchych miejscach, posiadać wygodne drogi dojazdu oraz być zaopatrzone w wodę na wypadek pożaru i dobrze zamaskowane.

6. Naziemne magazyny stałe i polowe winny być obwałowane z trzech stron ścianami z darniny lub wałem ziemnym o wysokości o 1,5 m większej niż wysokość ścian magazynu lub stosu. Szerokość wału u góry powinna wynosić co najmniej 1 m; odległość ścian magazynu (stosu) do podstawy wału — najwyżej 3 m. Magazynów półpodziemnych i ziemianek nie obwałowuje się. Miny rozpryskowo-zaporowe (OZM) i podobne do nich winny być przechowywane oddzielnie od innych min i materiałów wybuchowych w odległości co najmniej 200 m. Przy magazynach półpodziemnych i ziemiankach odległość ta może być o połowę skrócona.

7. Jako magazyny polowe mogą być użyte niezamieszkałe kamienne, drewniane lub ziemne budynki z wyjątkiem budynków o słomianych strzechach. Drzwi powinny otwierać się na zewnątrz.

8. Ogrzewanie i oświetlanie magazynów i terenu jest kategorycznie wzbronione (wolno posługiwać się tylko akumulatorowymi lampami przenośnymi).

9. Przy każdym magazynie lub stosie mat. wyb. powinien znajdować się w stałej gotowości sprzęt przeciwpożarowy: gaśnica, beczka z wodą, wiadro, skrzynie z piaskiem itd.

10. Pomieszczenia przeznaczone na przechowywanie amono-saletrowych mat. wyb. powinny mieć dobrą wentylację (drzwi siatkowe, rury wentylacyjne).

11. Podłogi w magazynach powinny być asfaltowe, betonowe lub drewniane; zabrania się robić podłogi ziemne; w magazynach polowych należy budować drewniany pomost 15 cm nad ziemią.

12. W magazynach w celu pomieszczenia mat. wyb. buduje się specjalne stelaże z półkami umocowane drewnianymi sworzniami i czopami. Szerokość stelaży przy ładowaniu z jednej strony — najwyżej 1,5 m, przy ładowaniu z dwóch stron — najwyżej 3 m. Całkowita wysokość stelażu najwyżej 2 m przy ilości półek do czterech, w zależności od wysokości skrzyń lub innego rodzaju opakowania mat. wyb. i od sposobu układania skrzyń w jedną czy dwie warstwy. Pomiędzy stelażami i ścianami zostawia się przejścia szerokości 1,25 m dla umożliwienia ładowania i wyładowywania mat. wyb. Przy układaniu mat. wyb. z jednej strony, przejście pomiędzy stelażem i ścianami wynosi 0,75 m i służy jedynie dla kontrolowania mat. wyb. Przy rozmieszczeniu stelaży w magazynie należy brać pod uwagę najlepsze wykorzystanie pomieszczenia i wygodę układania mat. wyb.

Wysokość stosu nie powinna przewyższać 2 m, długość 10 m a szerokość 3 m; należy również przy tym brać pod uwagę wytrzymałość podłogi lub pomostu i nacisk na dolną warstwę skrzyń.

13. W jednym magazynie czy stosie można przechowywać wspólnie następujące mat. wyb.: trotyl, tetryl, heksogen, melinit, pentryt i mat. wyb. amonosaletrowe oraz nieuzbrojone miny naładowane tymi materiałami wybuchowymi.

14. Proch dymny, dynamity, chlorany i środki pirotechniczne przechowuje się i przewozi oddzielnie jedne od drugich i od innych mat. wyb.

15. Spłonki, zapalniki elektryczne, zapalniki lontowe, zapały elektryczne, zapalniki do min i zapalniki zdobyczne, jak również miny bez ładunku mat. wyb.,

w korpusach których znajdują się zapalniki elektryczne lub inne, przechowuje się i przewozi oddzielnie od mat. wyb.

16. Całkowicie uzbrojone miny przechowuje się i przewozi oddzielnie od mat. wyb. i środków zapalających.

17. Lonty prochowe i wybuchowe można przechowywać we wspólnym pomieszczeniu ze wszystkimi mat. wyb. i środkami zapalającymi, oddzielnie jednak od nich.

18. Naboje do broni ręcznej wolno przechowywać we wspólnym pomieszczeniu z mat. wyb. i środkami zapalającymi, winny być one jednak oddzielone przegródką i przestrzeń ta winna posiadać oddzielne wyjście.

19. Materiał i sprzęt przed zmagazynowaniem należy starannie przejrzeć i posortować. Powyższa praca polega na:

a) sprawdzeniu stanu opakowania;
b) sprawdzeniu zgodności stanu i ilości materiałów z dokumentami wystawionymi na nie;
c) sprawdzeniu jakości materiału i sprzętu.

20. Przegląd i podział materiału i sprzętu należy przeprowadzać w odległości co najmniej 50 m od właściwego magazynu czy stosu.

21. Podział materiału i sprzętu na magazyny i stosy przeprowadza się zgodnie z pkt. 13—18.

22. Materiał przechowywany na otwartych placach winien być koniecznie przykryty brezentem, papą, deskami, dyktą itd. Dachy magazynów czy ziemianek nie powinny przepuszczać wody.

23. Przechowywanie mat. wyb. i środków zapalających w magazynach zajętych przez sprzęt saperski i artyleryjski jest wzbronione.

24. Zanieczyszczony mat. wyb. lub zaczynający się psuć, jak również nieznany mat. wyb. powinny być

przechowywane aż do zniszczenia w oddzielnych pomieszczeniach.

25. Puste opakowania metalowe i inne powinny być przechowywane oddzielnie w szopach oddalonych od magazynów mat. wyb.

26. Skrzyń, beczek i innych opakowań mat. wyb. nie wolno przekładać, kantować i przenosić włócząc je po ziemi, po podłodze lub przesuwać po półkach; należy je przenosić na rękach lub na noszach chroniąc od uderzeń.

27. Wszystkie prace z mat. wyb., jak: przekładanie ze skrzyni do skrzyni, sortowanie, suszenie powinny być przeprowadzane w odległości co najmniej 50 m od magazynu na rozesłanych brezentach.

Po ukończeniu pracy resztki mat. wyb. zbiera się i pali w pewnym oddaleniu od magazynów, w bezpiecznym miejscu; brezenty należy wytrzepać.

28. W celu lepszego przechowywania i bezpieczeństwa należy mat. wyb. starannie strzec od wilgoci, zanieczyszczenia, działania kwasów, tłuszczów i zasad, silnych uderzeń, upadku itp.

29. Przy przechowywaniu wszelkiego rodzaju mat. wyb. należy zwracać uwagę czy nie zaczynają się one psuć, co można zauważyć dzięki zmianie zewnętrznego wyglądu (plamy, pleśń, zwilgotnienie itp.) i po specjalnym zapachu nie odpowiadającym danemu mat. wyb.

30. W wypadkach, gdy pod wpływem zwiększającej się wilgotności nie nastąpiło jeszcze naruszenie jednorodności mat. wyb., należy go przesuszyć na otwartym powietrzu przy ciepłej pogodzie w cieniu na brezencie. Przesuszanie winno trwać 2—4 godz. Równocześnie z suszeniem mat. wyb. przesusza się i jego opakowanie.

31. Wszystkie wyniki kontroli i prac z mat. wyb. wpisuje się w odpowiednią księgę.

32. Pomieszczenia z mat. wyb. powinny być utrzymane bardzo czysto i często przewietrzane; podłogi należy zamiatać i wycierać wilgotną szmatą.

33. Przed burzą, w czasie deszczu, mgły, a także podczas wiatru niosącego kurz, należy zamykać okna.

34. Do pomieszczeń z mat. wyb. nie wolno wchodzić z ogniem, bronią, zapałkami, przyborami do palenia, żelaznymi i stalowymi przedmiotami itd.

35. W pomieszczeniu z mat. wyb. mogą przebywać jedynie pracownicy.

36. Na komendanta polowej składnicy mat. wyb. wyznacza się oficera dobrze obznajomionego z właściwościami mat. wyb. znajdujących się w składnicy.

Komendant składnicy obowiązany jest kontrolować stan przechowywanego w składnicy mat. wyb. Prowadzi on ewidencję, przychód i rozchód w specjalnej księdze, a także prowadzi książkę ewidencji prac i wyników kontroli mat. wyb.

37. Ochronę składnic mat. wyb. prowadzi się zgodnie z regulaminem służby wewnętrznej. Ilość posterunków i rozmieszczenie ich na terenie składnicy ustala dowódca jednostki.

38. Za prawidłową organizację i prowadzenie kontroli odpowiedzialni są komendant składnicy i dowódca jednostki, u którego w ewidencji znajdują się mat. wyb. i środki zapalające.

II. Przepisy ochrony i przewozu materiałów wybuchowych transportem samochodowym i kołowym

39. Osoby kierujące przewozami obowiązane są znać właściwości mat. wyb. i środków zapalających oraz zasady obchodzenia się z nimi i z minami, jak również zasady wspólnych przewozów. Komendant składnicy powinien upewnić się, że osoby przeznaczone do przewozu i załadowania czy wyładowania mat.

wyb. są obznajomione z zasadami obchodzenia się z mat. wyb.

40. W czasie pracy z mat. wyb. we wszystkich wypadkach należy zabierać od pracujących wszelkie przybory do palenia tytoniu. Palić wolno jedynie w specjalnie przeznaczonych do tego miejscach.

41. Załadowanie mat. wyb., środków zapalających i min na samochody (wozy) przeprowadza się zgodnie z zasadami o wspólnym przechowywaniu (pkt. 13—18), w mocnym opakowaniu. Mat. wyb., środki zapalające i miny przenosi się na rękach, na noszach lub przewozi się na taczkach bardzo ostrożnie bez uderzeń i wstrząsów. Kantowanie, przesuwanie skrzyń i przenoszenie ich na plecach jest wzbronione.

42. Załadowywanie i wyładowywanie nocą należy przeprowadzać ze szczególną starannością i ostrożnością. W celach oświetlenia można używać jedynie akumulatorowych lub kieszonkowych latarek elektrycznych.

43. Zaraz po załadowaniu samochód (wóz) wyprowadza się z terenu składnicy w ukryte miejsce i maskuje się nie czekając na załadowanie całego transportu.

Norma załadowania zależy od nośności samochodu (wozu), ładunek jednak nie powinien wystawać ponad ściany platformy samochodu (wozu).

44. Skrzynie z mat. wyb. i miny powinny być dobrze i szczelnie ułożone na platformie samochodu, z góry przykryte płachtą brezentową, umocowane linami i zamaskowane. Środki zapalające przewozi się w skrzyniach dobrze umocowanych na platformie pojazdu celem zapobieżenia przesuwaniu się ich i uderzeniom. Skrzynie układa się tylko w jedną warstwę. Pojazd wyściela się workami, brezentem itp. Siana, słomy lub wiórów używać nie wolno.

45. Przy przewożeniu mat. wyb. wyznacza się ochronę (konwój) w zależności od ilości samochodów (wozów), mianowicie: na osiem samochodów (wozów) — czterech ludzi i komendanta. Przy większej ilości pojazdów na każde dwa samochody z mat. wyb. dodaje się po jednym wartowniku.

46. Komendant konwoju odpowiedzialny jest za całość przewożonego materiału. Obowiązany jest pilnować przestrzegania przez wartowników i szoferów (woźniców) przepisów obowiązujących w czasie przewozu. Kieruje się przy tym istniejącymi instrukcjami oraz wskazówkami komendanta składnicy.

47. Samochody i wozy załadowane mat. wyb., minami i środkami zapalającymi jadą w kolumnie. Odległości pomiędzy samochodami wynoszą 50 m, a pomiędzy wozami 20 m. Szybkość ruchu samochodów powinna być nie większa niż 25 km/godz., transport konny porusza się stępem. Samochód (wóz) załadowany środkami zapalającymi posuwa się na czele kolumny.

48. Samochody (wozy) powinny być w dobrym stanie, posiadać gaśnice lub skrzynie z piaskiem, czerwone chorągiewki i z tyłu czerwoną latarnię. W czasie drogi należy śledzić za sprawnością transportu i natychmiast usuwać zauważone niedomagania jak również nieprawidłowości w ułożeniu ładunku.

49. Palenie tytoniu na samochodach (wozach) w czasie transportu jest surowo wzbronione. Od kierowców, woźniców i konwojentów zabiera się wszelkie przybory do palenia tytoniu i przechowuje się u komendanta konwoju.

Palenie ognia i palenie tytoniu zabronione jest w odległości bliższej niż 100 m od transportu.

50. Zamieszkałe miejscowości (osiedla) należy w miarę możności omijać; jeśli ominąć ich nie można, należy przejeżdżać przez mniej ruchliwe ulice.

51. W czasie burzy zabronione jest zatrzymywanie się transportu w lesie, pod pojedynczymi drzewami, w pobliżu wysokich budynków i skupianie samochodów (wozów) w jednym miejscu.

52. W czasie nalotu lotniczego samochody (wozy) powinny natychmiast rozproszyć się i ukryć w lesie lub zamaskować się w pobliżu drogi.

53. Zatrzymywać się w drodze na nocleg lub celem naprawy można jedynie poza osiedlami i nie bliżej niż 100 m od drogi i 200 m od zamieszkałych budynków.

54. Na wypadek uszkodzenia samochodu (wozu) w drodze, ładunek z niego rozkłada się na inne pojazdy, w miarę możności równymi częściami.

Przy naprawie samochodu (wozu) w drodze, ładunek zdejmuje się z niego i układa się w odległości minimum 50 m.

55. Kierowcy powinni znać przepisy ruchu drogowego i przewozu mat. wyb. podane w niniejszej instrukcji.

56. Jednostka przydzielająca samochód do przewozu mat. wyb. obowiązana jest na rozkazie wyjazdu podać uwagę: „Samochód sprawdzony, całkowicie sprawny i nadający się do przewozu materiałów wybuchowych".

57. Przewóz mat. wyb. na samochodach (wozach) z ludźmi jest wzbroniony.

58. Przewożenie jakichkolwiek materiałów łatwopalnych razem z mat. wyb. jest zabronione.

III. Wydawanie i przenoszenie mat. wyb. i środków zapalających

59. Mat. wyb. i środki zapalające wydaje polowa składnica rozdzielcza przed rozpoczęciem prac, na pisemne lub ustne zapotrzebowanie dowódcy oddziału minerskiego.

60. Wydawać mat. wyb. i środki zapalające można jedynie osobom dobrze obznajomionym z zasadami obchodzenia się z nimi.

61. Wydający prowadzi ścisłą ewidencję wydawanych mat. wyb. i środków zapalających na oddzielnych arkuszach papieru i przechowuje zapotrzebowania dowódcy oddziału minerskiego.

62. W wypadku otrzymania ustnego zapotrzebowania dowódcy oddziału minerskiego, ewidencję prowadzi się równocześnie z wydawaniem na oddzielnych arkuszach papieru.

63. Środki zapalające (spłonki, zapalniki) na miejsce pracy przenosi się w pudełkach, w specjalnych drewnianych skrzynkach, przy niewielkiej ilości (do 10 szt.) — w paczkach z płótna lub papieru; środki zapalające przenoszone w paczkach przekłada się pakułami, kawałkami płótna itp. celem złagodzenia uderzeń.

64. Lonty wybuchowe i prochowe mogą być przenoszone w niewielkich ilościach (najwyżej jeden zwój lontu wybuchowego i do pięciu zwojów lontu prochowego) przez jednego sapera razem z mat. wyb. lub oddzielnie.

65. W wypadku przenoszenia różnorodnych mat. wyb. i środków zapalających saperzy idą z mat. wyb. jeden za drugim w odległości 5—10 m.

66. Na każdą grupę wydziela się komendanta odpowiedzialnego za przenoszony materiał i sprzęt i za przestrzeganie zasad przenoszenia. On też odbiera materiał z magazynu.

67. Noszenie spłonek i zapalników w kieszeniach jest zabronione.

68. Żołnierze przenoszący mat. wyb. i środki zapalające winni iść krokiem normalnym.

69. Po otrzymaniu mat. wyb. i środków zapalają-

cych należy od razu udać się na miejsce przeznaczenia. Wstępowanie gdziekolwiek po drodze jest wzbronione.

70. Przed wyruszeniem po mat. wyb. i środki zapalające dowódca odbiera zapałki, zapalniczki itp. i zaznajamia ludzi z zasadami przenoszenia.

71. Przy przenoszeniu nocą należy zwracać uwagę, by opakowanie mat. wyb. i środków zapalających było należyte.

IV. Niszczenie mat. wyb.

72. Materiały wybuchowe niszczy się w wypadku zepsucia lub niemożliwości ewakuowania i wykorzystania ich przy odwrocie. Niszczenie mat. wyb. przeprowadza się trzema sposobami: wysadzaniem, paleniem i zatapianiem.

Przy wyborze sposobu niszczenia mat. wyb. bierze się pod uwagę ich palność i rozpuszczalność. W zależności od tego wybiera się najbezpieczniejszy i najszybszy sposób.

73. Przez wysadzenie niszczy się mat. wyb. nierozpuszczalne w wodzie i źle palące się (trotyl, melinit) jak również mat. wyb. w hermetycznych zamknięciach (pociski artyleryjskie, bomby lotnicze, miny itp.). Oprócz mat. wyb. wysadzaniem niszczy się spłonki, zapalniki i lont wybuchowy.

Jednym wybuchem niszczy się najwyżej 16 kg mat. wyb. Wysadzanie przeprowadza się w wąwozach lub rowach. Spłonki i zapalniki niszczy się w otwartych pudełkach. Na pudełkach układa się ładunek składający się z jednej — dwóch dużych kostek mat. wyb. o normalnej sile wybuchu, którym niszczy się spłonki lub zapalniki. Lont wybuchowy niszczy się w taki sam sposób jak i zapalniki. Miejsce do niszczenia mat. wyb. wybiera się w odległości co najmniej 1 km od zamieszkałych miejscowości.

74. Przez spalenie niszczy się mat. wyb. spokojnie i szybko spalające się: dynamit, prochy bezdymne, lont prochowy i zapały elektryczne.

Mat. wyb. spala się w stanie luźnym (nie opakowane). Palenie przeprowadza się w ogniskach. Największa ilość mat. wyb., którą można spalać jednocześnie wynosi 20 kg; dynamitu nie więcej niż 5 kg.

Ognisko z mat. wyb. zapala się po odejściu od niego ludzi na odległość 20—40 m.

Palenie dynamitu na twardym lub kamiennym gruncie jest zabronione.

75. Przez zatapianie niszczy się mat. wyb. dobrze rozpuszczające się w wodzie: amonity, prochy dymne, chloratyty.

Zatapiać należy z łodzi w pewnym oddaleniu od brzegu.

Załącznik nr 2

WYKAZ I OPIS NARZĘDZI I PRZYBORÓW DO ROBÓT MINERSKICH

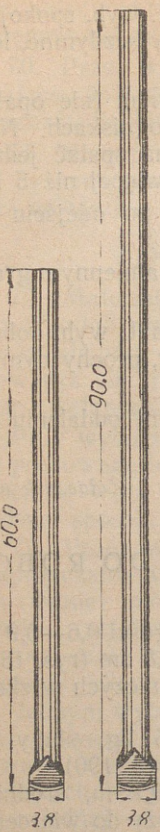
1. **Świder minerski udarowy** o długości 0,6—0,9 m, ciężar 1,9—4,2 kg, szerokość ostrza 3,8 cm (rys. 189); służy do wykonywania otworów wiertniczych w skalistym gruncie, kamieniu i betonie.

2. **Łyżka minerska** o wadze 0,5 kg; służy do oczyszczania otworów wiertniczych (rys. 190).

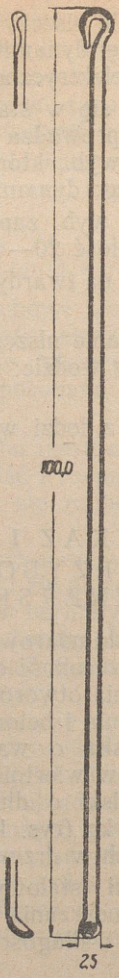
3. **Świder ciesielski** o długości 0,7 m, średnicy 3,8 cm, ciężarze 1,2 kg (rys. 191); służy do wiercenia otworów wiertniczych w drzewie.

4. **Młot minerski** (stalowy) o ciężarze 2—4 kg (rys. 192); służy do uderzania w świder minerski.

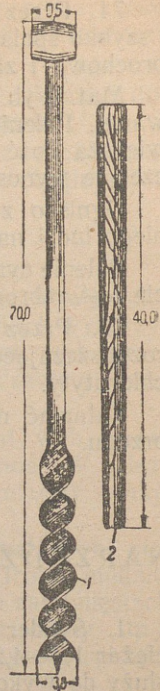
5. **Nóż składany** o długości 11 cm, ciężarze około 0,17 kg (rys. 193).



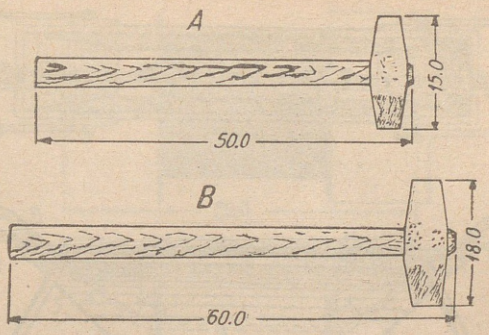
Rys. 189. Świdry minerskie do ręcznego wiercenia twardych gruntów



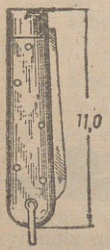
Rys. 190. Łyżka minerska



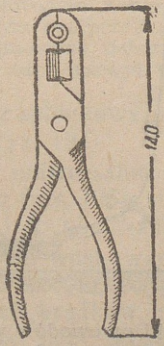
Rys. 191. Świder ciesielski: 1 — świder; 2 — trzonek



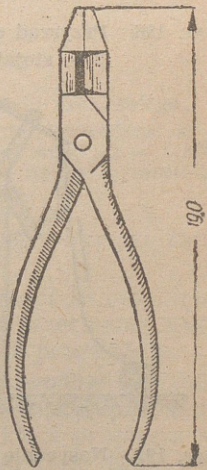
Rys. 192. Młoty minerskie: A — o ciężarze 2 kg; B — o ciężarze 4 kg



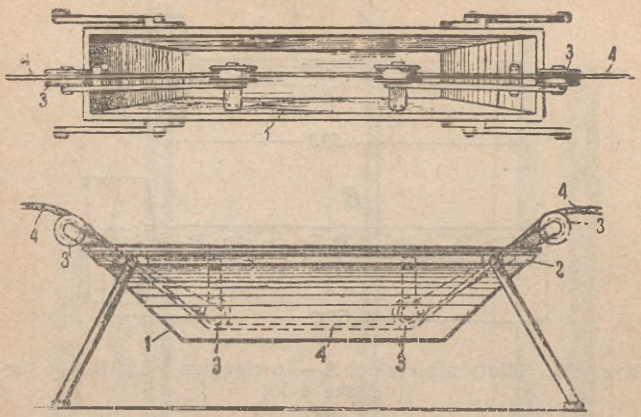
Rys. 193. Nóż składany



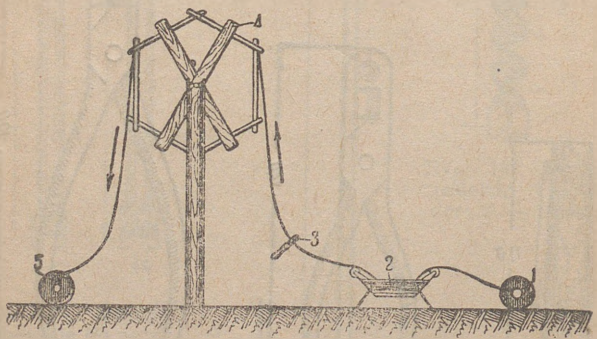
Rys. 194. Obciskacz spłonkowy



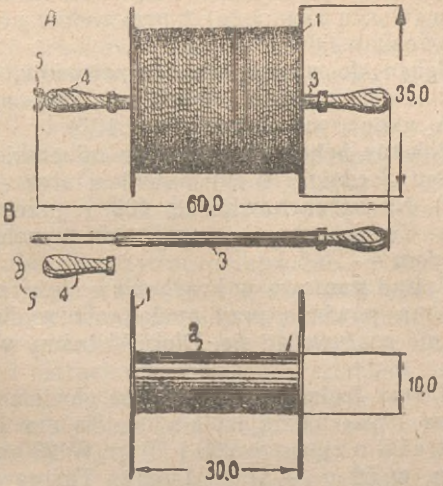
Rys. 195. Szczypce uniwersalne



Rys. 196. Przyrząd do woskowania przewodów: 1 — koryto; 2 — stojak; 3 — krążki; 4 — przewód



Rys. 197. Nasycanie powłoki przewodów woskiem ziemnym: 1 — bęben z przewodem; 2 — przyrząd z woskiem ziemnym; 3 — zbieracz; 4 — bęben do przesuwania przewodu; 5 — bęben do nawijania przewodu



Rys. 198. Żelazny bęben do przewodu minerskiego: A — w stanie złożonym z nawiniętym przewodem; B — w stanie rozłożonym bez przewodu; 1 — tarcze; 2 — walec; 3 — oś; 4 — wyjmowany uchwyt; 5 — nakrętka mocująca oś i uchwyt w bębnie

6. **Obciskacz spłonkowy** o długości 14 cm, ciężarze około 0,15 kg (rys. 194).

7. **Szczypce uniwersalne** o długości 19 cm, ciężarze około 0,24 kg (rys. 195); służą do przecinania drutu, przewodów itp. i do obciskania złącz przewodów.

8. **Przyrząd do woskowania przewodów** — składa się z żelaznego koryta do podgrzewania przewodu, stojaka i czterech krążków, przez które przeciąga się przewód minerski przy woskowaniu (rys. 196). Długość koryta 0,71 m, wysokość 0,12 m, szerokość 0,15 m, ciężar całego przyrządu 2,5 kg.

9. **Zbieracz** — służy do zdejmowania nadmiaru ozokerytu (wosku ziemnego) z przewodów minerskich przy ich woskowaniu.

10. **Bęben do przesuszania przewodów,** średnica 1,5 m; składa się z żerdzi i desek, osią swą oparty jest na dwóch wkopanych słupach (rys. 197).

11. **Żelazny bęben** do przewodu minerskiego: długość 30 cm, średnica 10 cm; średnica tarcz — 35 cm (rys. 198). Na bęben nawija się 400 m przewodu minerskiego. Ciężar bębna bez przewodu wynosi 6,9 kg, z przewodem — 28,5 kg.

12. **Taśma gumowa** w krążkach o ciężarze 100 g. Dobra guma powinna przy naciąganiu wydłużać się 2,5 razy nie rozrywając się. Długość taśmy w krążku — 15 m.

13. **Taśma izolacyjna** — jest to płócienna taśma przepojona lepką mazią izolacyjną. Taśma jest zwinięta w krążki o ciężarze 200 i 50 g. W 200 g krążku jest 66 m, w 50 g — 16 m taśmy. Taśmy gumowe i izolacyjne powinny być przechowywane w chłodnych, niezbyt suchych pomieszczeniach.

14. **Klej gumowy** — składa się z jednej części gumy, rozpuszczonej w 10 częściach terpentyny lub benzyny. Przechowuje się w ilości po 200—400 g w blaszanych puszkach z nagwintowanymi korkami.

15. **Pak** z dodaniem do niego 20% płynnej smoły lub topionego łoju służy do smołowania skrzyń. Zamiast paku można używać zwykłej półpłynnej smoły zmieszanej z łojem, do której dodaje się dla większej trwałości 10—15% gaszonego wapna, suchego popiołu lub piasku.

16. **Ozokeryt** (wosk ziemny) z dodaniem 10—15% dziegciu brzozowego służy do nasycania powłoki przewodów w celu uchronienia ich od gnicia.

17. **Juki do przewożenia materiału i sprzętu minerskiego** składają się z siodła jucznego, urządzeń jucz-

nych, w skład których wchodzą dwie skrzynki minerskie, sześć pokrowców dla mat. wyb., dwa pokrowce dla różnych środków zapalających, dwa komplety pokrowców dla łomów, dwie nakładki na łęki siodła i dodatkowe popręgi.

Obydwie skrzynki są symetryczne. Każda skrzynka posiada boczną pokrywę na zewnętrznej stronie, do której przyszyta jest nieruchoma szlufka do osadzenia trzonka siekiery i trok do umocowania ostrza topora; na wewnętrznej stronie pokrywy przyszyte są nieruchome szlufki do przytraczania nożyc i klucza do nakrętek; są one przykryte miękką podkładką wojłokową przymocowaną do pokrywy. Na górnej ściance skrzynki w przedniej jej części naszyte są pokrowce dla latarń i nieruchome szlufki dla rzemieni jucznych. Na tylnej ściance znajdują się kieszenie dla spłonek.

Pokrowce z płótna żaglowego dla mat. wyb. posiadają u góry uchwyty do przenoszenia.

Pokrowce dla różnych środków zapalających są szersze od pokrowców dla mat. wyb. i posiadają pasy do noszenia na plecach.

Przy j u c z e n i u siodło składa się i przygotowuje do siodłania. Na łęki zakłada się nakładki. Na nakładki układa się dwa łomy w pokrowcach i mocno przytracza się do nakładek za pomocą troków.

W każdą skrzynkę minerską układa się trzy pokrowce z mat. wyb. (24 kg) i pokrowce ze środkami zapalającymi (komplet nr 61).

Do wewnętrznej strony pokrywy przytracza się: nożyce — za pomocą dwóch nieruchomych szlufek i troka poprzecznego, klucz — za pomocą nieruchomej szlufki i troka przymocowanego na ukos. Nożyce i klucz przykrywa się klapą z miękką podkładką wojłokową. Do zewnętrznej strony pokrywy przytracza się siekierę, której trzonek wsuwa się w nieruchomą szlufkę a ostrze umocowuje się trokiem. W pokrowce,

znajdujące się na górnej ściance w przedniej jej części, wkłada się latarnie zamykane dwoma klapami (bez wojłoka lub z wojłokiem). W kieszenie tylnych ścianek skrzynek minerskich wkłada się spłonki w pudełkach.

Na środkową część górnych ścianek skrzynek minerskich układa się: na jedną skrzynkę — sakwę z przyborami do oporządzania koni, na drugą — siatkę z sianem i przytracza się parą troków przyciągniętych przez nieruchome szlufki skrzynek.

Po załadowaniu, siodła się konia. Na karabinczykach zawiesza się załadowane skrzynki minerskie: z lewej strony — skrzynkę z sakwą, z prawej — skrzynkę z siatką z sianem.

Skrzynki minerskie zawiesza czterech saperów po dwóch z każdej strony lub w ostatecznym razie dwóch saperów, po jednym z każdej strony. Po zawieszeniu skrzynek pasy zaciąga się i zapina na klamry.

Skrzynki z dołu umocowuje się dodatkowym popręgiem. Cały juk obwiązuje się pasem. Z góry przykrywa się juki brezentem, który zawiązuje się trokami na krzyż pod brzuchem konia.

Rozjuczanie przeprowadza się w odwrotnej kolejności.

Załącznik nr 3

PRZYKŁAD ORGANIZACJI NISZCZENIA MOSTU DREWNIANEGO

Dowódca wysłanego oddziału rozpoznawczego przysłał następujący meldunek:

MELDUNEK

Do porucznika ..... 8,30 9. 10. 44.

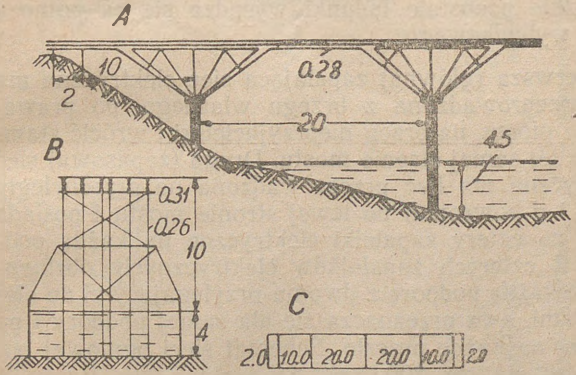
Most przez rzekę L przy m. M., drewniany, systemu trapezowo-zastrzałowego.

1. Długość mostu 64 m, szerokość 7,5 m, największa wysokość nad poziomem wody 10 m.

2. Ilość przęseł 6 (2+10+20+20+10+2 m); podpór pośrednich 5; wysokość dwóch środkowych podpór — 6 m.
3. Największa głębokość rzeki wynosi 4,5 m, szybkość prądu 1 m/sek.
4. Konstrukcja przęseł i podpór — patrz załączony schemat.
5. Brodów w pobliżu nie ma, w odległości 10 km znajduje się most — przy m. N.
   Innych przepraw nie ma.
6. Miejscowe środki przeprawowe w m. M: 5 łodzi na 5—8 ludzi każda.
7. Trzy miejsca dla obserwacji mostu w odległości 200—300 m od mostu; wszystkie dobrze ukryte przed ogniem z przeciwległego brzegu.

Załącznik. Schematy mostu (rys. 199).

podporucznik ..... (podpis)



Rys. 199. Schematy mostu drewnianego przeznaczonego do zniszczenia:
A — przekrój podłużny; B — przekrój poprzeczny; C — plan

Kolejność prac

Przykładowa decyzja dowódcy plutonu wysłanego do pracy ze swym plutonem jest następująca:

1. Na podstawie rozkazu winny być zniszczone wszystkie podpory i przęsła. Ponieważ wysokość mo-

stu wynosi ponad 6 m, pole należy przeciąć w dwóch miejscach, z których jedno znajduje się pod wodą; dwa środkowe (duże) przęsła o długości po 20 m należy zniszczyć w dwóch przekrojach, pozostałe — w jednym; w przęśle przecinać belki i zastrzały, ładunki na podporach przymocowywać w miejscach połączenia stężeń z palami. Na środkowych (dużych) przęsłach ładunki należy umieszczać w odległości 1/5 długości przęsła od podpory.

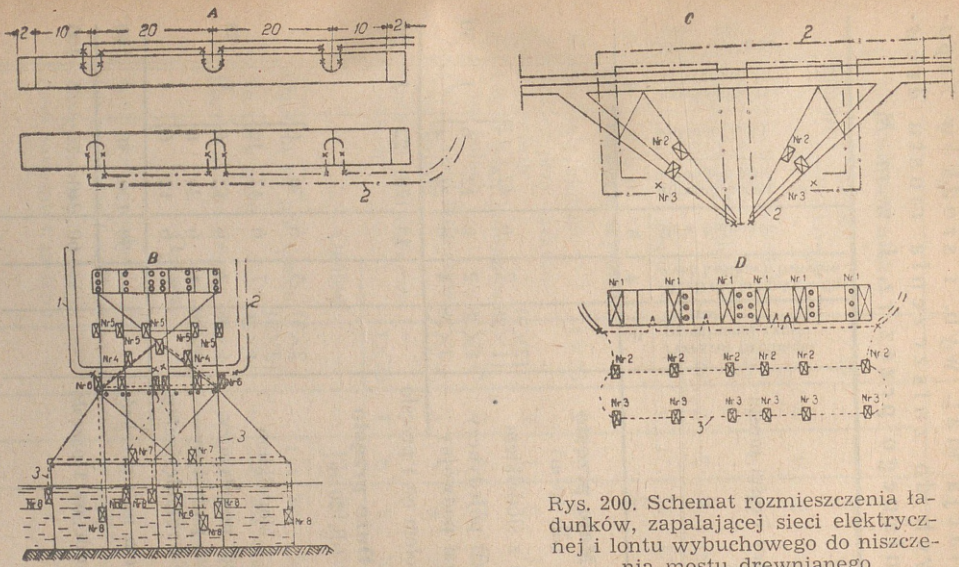
Sposób zapalania mieszany: za pomocą elektryczności wysadza się po 4 ładunki w każdej podporze, wszystkie pozostałe ładunki wysadza się za pomocą lontu wybuchowego.

Pierwsza (główna) zapalająca sieć elektryczna ma być przeprowadzona z brzegu własnego, po prawej stronie mostu, na brzeg nieprzyjacielski i wrócić stamtąd po tej samej stronie mostu. Druga (zapasowa) sieć elektryczna ma być przeprowadzona na przeciwległy brzeg i z powrotem po lewej stronie mostu i posiada także po cztery zapalniki elektryczne na każdą podporę. Z czterech zapalników elektrycznych, obsługujących każdą podporę z dwoma przylegającymi do niej przęsłami, dwa przeznacza się dla samej podpory i po jednym na każde przęsło. Schemat sieci ogniowej podany jest na rys. 200.

2. Wielkość ładunków, ich ilość, ogólna ilość mat. wyb., środków zapalających, materiałów i narzędzi podane są w poniższych kalkulacjach ze wskazaniem co, komu i ile wydać.

3. Kalkulacja niezbędnej siły roboczej:

Przy pracy plutonu (minerów) praca może być zakończona w $\frac{125}{32} = 4$ godziny (w zaokrągleniu).



Rys. 200. Schemat rozmieszczenia ładunków, zapalającej sieci elektrycznej i lontu wybuchowego do niszczenia mostu drewnianego

A — plan; B — przekrój poprzeczny; C — rozmieszczenie ładunków na belkach i zastrzałach; 1 — pierwsza sieć elektryczna (główna); 2 — druga sieć elektryczna (zapasowa); 3 — sieć ogniowa z lontu wybuchowego; nr nr z cyframi — nr nr ładunków; znakiem x oznaczono zapalniki elektryczne

Kalkulacja mat. wyb. i środków zapalających do zniszczenia mostu drewnianego przez rz. L w m. M

Nr ładunków wg schematów na rys. 200	Nazwy części mostu	Przekrój (średnica) przecinanej części (w cm)	Wielkość ładunku w dużych kostkach trotylow.	Ilość ładunków	Razem: dużych kostek trotylowych (szt.)	Razem: spłonek (szt.)	Razem: zapalników elektrycznych (szt.)	Razem: lontu wybuchowego (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A. Małe przęsło (dł. 10 m)							
1	Belka z siodełkiem	2×31 1×28	7	6	42	12		
2	Zastrzał pojedynczy	1×28	2	6	12	6	1	50
3	Zastrzał podwójny	2×28	4	6	24	4		
	Ogółem na 1 przęsło	—	—	18	78	22	1	50
	B. Duże przęsło (dł. 20 m)							
1	Belka	2×31	5	6	30	6		
1	Belka z siodełkiem	2×31 1×28	7	6	42	12		
2	Zastrzał pojedynczy	1×28	2	6	12	6	1	50
3	Zastrzał podwójny	2×28	4	6	24	6		
	Tenże z rozgałęzieniem		2	6	12	6		
	Ogółem na 1 przekrój	—	—	30	120	36	1	50
	W sumie na 1 przęsło	—	—	60	240	72	2	100

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	C. Podpora niska							
4	Stężenie ukośne	1×26	2	2	4	2		
5	Takież przy skrzyżowaniach	—	2	1	2	1		
6	Górny rząd ładunków na palach	1×28	2	6	12	6	2	50
7	Dolny rząd ładunków na palach	1×28	2	8	16	8		
	Ogółem na 1 podporę	—	—	17	34	17	2	50
	D. Podpora wysoka							
4	Stężenie ukośne	1×26	2	2	4	2		
5	Takież przy skrzyżowaniach	—	2	1	2	1		
6	Górny rząd ładunków na palach	1×28	2	6	12	6	2	75
7	Dolny rząd ładunków na palach	1×28	2	2	4	2		
8	Ładunki podwodne na palach	1×28	1	8	8	8		
	Ogółem	—	—	19	30	19	2	75
	Ogółem na pół mostu	—	—	114	382	130	7	275
	Na cały most	—	—	228	764	260	14	550
	Rezerwa (25—30%)	—	—	—	200	65	6	150
	Ogółem	—	—	—	964	325	20	700
	Z tej ilości wydać:							
	Zastępowemu 1. zastępu	—	—	—	482	—	—	—
	Zastępowemu 2. zastępu	—	—	—	482	—	—	—
	Zastępowemu 3. zastępu	—	—	—	—	325	20	700

Kalkulacja materiału i narzędzi do zniszczenia drewnianego mostu przez rz. L w m. M

L. p.	Nazwa	Ilość	Ile i komu wydać
1	Zapalarka	2	Zastępowemu 4. zastępu
2	Omometr duży	1	„ 4. „
3	Omometr mały	1	„ 4. „
4	Przewód minerski. m	1500	Zastępowemu 3. zastępu 500 m Zastępowemu 4. zastępu 1000 m
5	Taśma izolacyjna, g	200	Zastępowemu 3. i 4. zastępu po 100 g
6	Perkal, m	200	Po 100 m zastępowemu 1. i 2. zastępu
7	Szpagat, kg	4	Po 2 kg zastępowemu 1. i 2. zastępu
8	Nóż, szt.	6	Równo zastępowemu 1., 2. i 3. zastępu
9	Sznury, kg	4	Po 2 kg zastępowemu 1. i 2. zastępu
10	Obciskacz spłonkowy	2	Zastępowemu 3. zastępu

Kalkulacja niezbędnej siły roboczej

L. p.	Praca	Nr norm wg załącznika nr 6	Kalkulacja	Niezbędna ilość robotn.-godzin
1	Wiązanie ładunków	14	$0{,}25 \times 228$	57
2	Przymocowywanie ładunków	18	$0{,}25 \times 228$	57
3	Sieć lontu wybuchowego na 260 spłonek	9	$\frac{(0{,}02+0.08+0.02) \times 228}{5}$	5,6
4	Sieć elektryczna na 14 zapalników elektrycznych	5 i 6	$0{,}30 \times 14+0{,}50 \times 2$	5,2
	Ogółem	—	—	125

Ustny rozkaz dowódcy plutonu:

Zastępowy 1. zastępu zwiąże i umocuje ładunki na połowie mostu przylegającej do brzegu nieprzyjaciela, począwszy od zapakietowania wysokiej podpory.

Zastępowy 2. zastępu zwiąże i umocuje ładunki na połowie mostu przylegającej do własnego brzegu.

Zastępowy 3. zastępu przeprowadzi sieć ogniową z lontu wybuchowego zapewniwszy w pierwszej kolejności zniszczenie niskiej podpory przy brzegu nieprzyjaciela. Po ukończeniu tej pracy przeprowadzi pierwszą, następnie drugą zapalającą sieć elektryczną.

Zastępowy 4. zastępu, po wydaniu podanego w kalkulacjach sprzętu zastępowym 1. 2. i 3. zastępów, przeprowadzi dwa przewody główne ze stacji minerskiej (dokładnie podać jej miejsce) do mostu. Po rozpoczęciu prac przez 1. 2. i 3. zastęp wydzieli trzech ludzi z siekierami, sznurami i gwoździami do budowy urządzeń pomocniczych.

Mój zastępca — zastępowy 3. zastępu.

Załącznik nr 4

PRZYKŁAD ORGANIZACJI NISZCZENIA MOSTU STALOWEGO

Ze sztabu armii otrzymano o godz. 7,00 dnia 16. 02. 1944 r. rozkaz do godz. 7,00 20. 02. 1944 r. przygotować dwuprzęsłowy most kolejowy przez rz. P w miejscowości W. do zniszczenia (4 doby). Rozkaz do wysadzenia wyda generał brygady K.

Dowódca rozpoznania przysłał następujący meldunek.

MELDUNEK

Do kapitana ..... 10,00 16. 02. 1944 r.

Most kolejowy przez rz. P w miejscowości W, pomiędzy stacjami B i C, stalowy, z jazdą dołem.

1. Długość mostu wynosi 80 m; wysokość główki szyny nad poziomem wody — 11 m.
2. Dwa przęsła po 40 m, 3 kamienne podpory (1 filar i 2 przyczółki) o długości 7 m, grubości 2 m i wysokości nad poziomem wody 10 m. W każdej podporze znajdują się po trzy rury minowe o średnicy 0,30 m i głębokości 11 m. W każdej rurze znajduje się metalowy korpus dla ładunku i drewniane kłody na uszczelnienie.
3. Głębokość rzeki — do 2 m. Szybkość prądu 1 m/sek.
4. Konstrukcja przęseł i podpór — patrz załączone schematy.
5. Brodów, innych mostów i przepraw w pobliżu nie ma.
6. Przy moście znajduje się 5 łodzi na 7—8 ludzi każda. Łodzie te zatrzymałem. W odległości 8—9 km od mostu (w m. K), na podstawie wiadomości od miejscowej ludności, znajduje się do 20 takich samych łodzi.
7. Tor kolejowy na własnym brzegu przechodzi po nasypie o wysokości do 8 m i po łuku o promieniu 800 m. W odległości 300 m od mostu znajduje się budka dróżnika, za którą można wygodnie umieścić stację minerską.

Załącznik. Schemat (rys. 201).

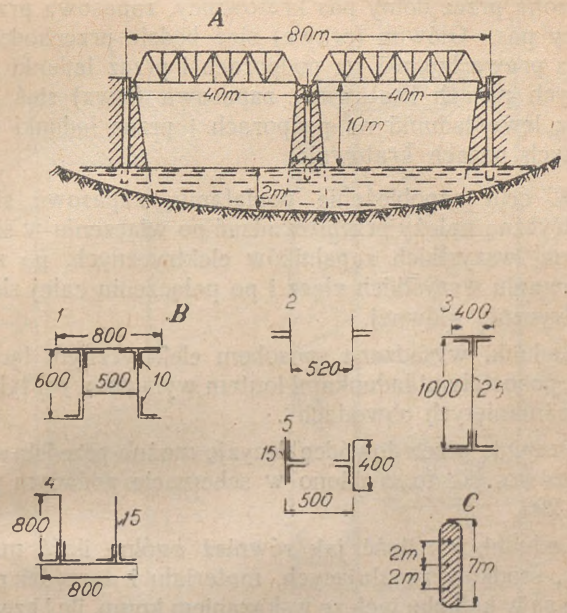
podporucznik ..... (podpis)

Kolejność prac

Na podstawie posiadanych danych dowódca plutonu skierowany do prac postanawia zniszczyć most przez wysadzenie przęseł, w dwóch przekrojach na każdym przęśle, i podpór.

Sposób zapalania mieszany; ogólna ilość ładunków;

na przęsłach w czterech przekrojach po 10 szt.	40 szt.
na podporach 3×3 . . .	9 szt.
Ogółem	49 szt.



Rys. 201. Schemat mostu stalowego:
A — przekrój podłużny; B — elementy kratownicy; C — plan filaru; 1 — pas górny; 2 — słupek; 3 — belka podłużna; 4 — pas dolny; 5 — krzyżulce (wymiary elementów kratownicy w mm)

Za pomocą elektryczności należy wysadzić po trzy punkty w każdej podporze (9 zapalników elektrycznych) i po dwa punkty na jeden przekrój każdego z dwóch przęseł (8 zapalników elektrycznych) — ogółem 17 zapalników elektrycznych.

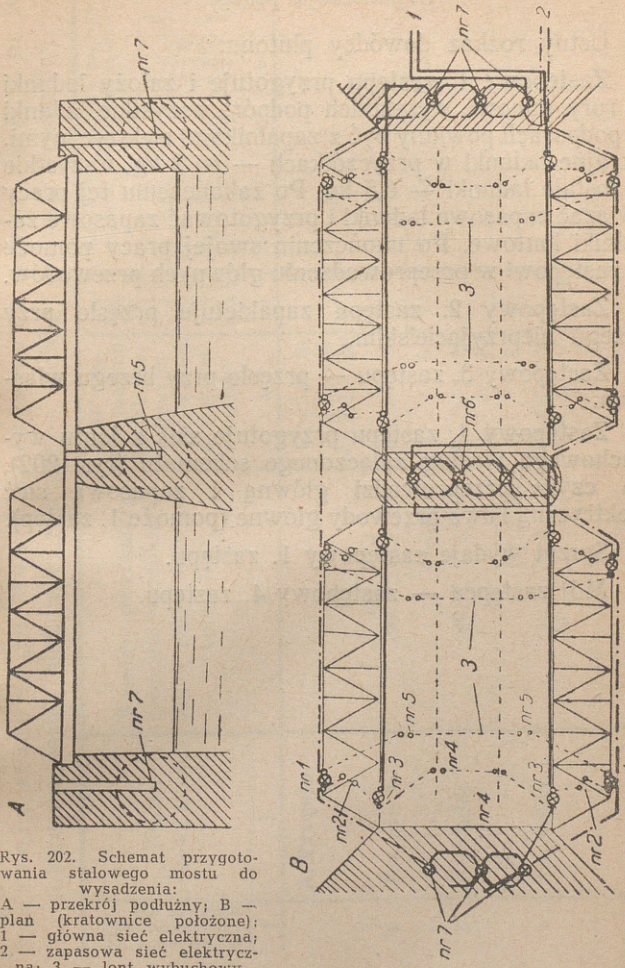
Główna zapalająca sieć elektryczna będzie przeprowadzona przez dolny pas kratownicy, zapasowa przez górny pas. Główna (prawa) sieć będzie przechodziła przez prawe ładunki na podporach i przez ładunki na dolnych pasach kratownic; zapasowa (lewa) sieć — przez lewe ładunki na podporach i przez ładunki na górnych pasach kratownic.

W celu zapobieżenia poplątaniu, zapasową sieć elektryczną należy przeprowadzać po włączeniu w sieć główną wszystkich zapalników elektrycznych, po zaizolowaniu wszystkich złącz i po połączeniu całej sieci elektrycznej głównej.

Ładunki wysadzane sposobem elektrycznym łączy się z pozostałymi ładunkami lontem wybuchowym tylko „w zamkniętych obwodach".

Przyjętą przez dowódcę decyzję można przedstawić obrazowo, jak to zrobiono w schemacie podanym na rys. 202.

Ładunki, ich ilość jak również ogólna ilość mat. wyb., środków zapalających, materiału i narzędzi podane są w kalkulacjach ze wskazaniem komu, ile i czego wydać. Oprócz tego zestawiona jest kalkulacja potrzebnej siły roboczej.



Rys. 202. Schemat przygotowania stalowego mostu do wysadzenia:
A — przekrój podłużny; B — plan (kratownice położone); 1 — główna sieć elektryczna; 2 — zapasowa sieć elektryczna; 3 — lont wybuchowy

Organizacją pracy

Ustny rozkaz dowódcy plutonu:

Zastępowy 1. zastępu przygotuje i założy ładunki w rury minowe wszystkich podpór; wszystkie ładunki w podporach powinny być z zapalnikami elektrycznymi. Skrajne ładunki w przyczółkach — po 9 kg, wszystkie pozostałe ładunki — 6,5 kg. Po zakończeniu tej pracy związać zapasowe ładunki i przygotować zapasowe zapalniki lontowe. Po ukończeniu swojej pracy pomoże 4. zastępowi w przeprowadzeniu głównych przewodów.

Zastępowy 2. zastępu zapakietuje przęsło przy brzegu nieprzyjacielskim.

Zastępowy 3. zastępu — przęsło przy brzegu własnym.

Zastępowy 4. zastępu przygotuje sieć z lontu wybuchowego według załączonego schematu (rys. 202), po czym przeprowadzi główną i zapasową sieć elektryczną i dwa przewody główne (pomoże 1. zastęp).

Sprzęt wydaje zastępowy 1. zastępu.

Mój zastępca — zastępowy 4. zastępu.

Kalkulacja mat. wyb. i środków zapalających do zniszczenia stalowego mostu kolejowego przez rz. P. w m. W.

(obliczenie kostek mat. wyb. rzędami — według grubości elementów)

Nr ładunków wg załączonego schematu rys. 202	Nazwa części mostu	Wymiary przecinanego elementu (w zaokrągleniu w cm) i dane kalkulacyjne	Ilość rzędów małych kostek trotylowych i ilość kostek w jednym rzędzie	Wielkość ładunków w dużych kostkach trotylowych	Wszystkiego potrzeba na jeden przekrój przęsła lub na jedną podporę				
					ładunków (szt.)	dużych kostek trotylowych (szt.)	spłonek (szt.)	zapalników elektrycznych szt.	lontu wybuchowego (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	A. Przęsło		$8 \times 2 = 16$ $8 \times 2 = 16$ $(6 \times 2)2 = 24$						
1	Pas górny	80×2 $(60 \times 2)\,2$	$4 \times 2 = 8$						
		Ogółem	64	32	2	64	4	2	—
2	Krzyżulec	$(40 \times 2)\,2$	$(4 \times 2)2 = 16$ $8 \times 2 = 16$						
		Ogółem	32	16	2	32	6	—	—
3	Pas dolny	$(60 \times 2)\,2$ 80×2	$(6 \times 2)2 = 24$ $8 \times 2 = 16$ $8 \times 2 = 16$						
		Ogółem	56	28	2	56	4	2	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Belka podłużna	40 × 2	4 × 2 = 8 8 × 1 = 8						
		100 × 3	10 × 3 = 30 8 × 1 = 8						
		40 × 2	4 × 2 = 8						
		Ogółem	62	31	2	62	4	—	—
5	Wiatrownice		8	4	2	8	4	—	—
		Ogółem na jeden przekrój przęsła	—	—	10	222	22	4	50
		Ogółem na 4 przekroje mostu	—	—	40	888	88	16	200
		25% zapas	—	—	—	222	22	4	50
		Ogółem na przęsło	—	—	40	1110	110	20	250
	B. Podpory								
6	Filar	R = 1,0 w u = 6,5 Ł = 6,5 kg	—	17	3	51	—	6	—
		Ogółem na 1 filar	—	—	3	51	—	6	—
7	Przyczółek	R = 1,0 w u = 6,5 Ł = 6,5 kg							

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Takich ładunków przy odległości 1,5 R pomiędzy nimi powinno być 4, tj. ogółem 6,5 × 4 = 26 kg mat. wyb.; ponieważ rur minowych jest 3, w każdej należy umieścić 26 : 3 ≅ 9 kg	—	22	3	66	—	6	—
		Ogółem na 1 przyczółek	—	—	3	66	—	6	—
		Ogółem na 2 przyczółki	—	—	6	132	—	12	—
		Ogółem na podpory mostu	—	—	9	183	—	18	—
		20-25% zapas	—	—	—	57	—	5	—
		Razem na podpory	—	—	9	240	—	23	—
	Ładunki zapasowe	2 ładunki po 25,6 kg		64	2	128	4	—	—
		2 ładunki po 16,4 kg		40	2	80	4	—	—
		4 ładunki po 6,4 kg		16	4	64	8	—	—
		Ogółem na 8 ładunków zapasowych	—	—	8	272	16	lontu prochowego 32 m.	
		Ogółem na most	—	—	57	1622	126	43	250
		Lontu prochowego	—	—	—	—	—	—	32 m

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Z tej ilości wydać:							
		Zastępowemu 1. zastępu				512	16	23	32m*
		„ 2. „				444	—	—	—
		„ 3. „				444	—	—	—
		„ 4. „				—	88	16	200
		Zapas				222	22	4	50

*) Lont prochowy

Kalkulacja materiału i sprzętu do zniszczenia kolejowego mostu stalowego przez rz. P w m. W.

L. p.	Nazwa	Ilość	Komu i ile wydać
1	Zapalarka	2	Zastępowemu 4. zastępu
2	Omometr duży	1	
3	Omometr mały	1	
4	Przewód minerski, m	2500	
5	Taśma izolacyjna, g	200	Zastępowemu 1. i 4. zast.
6	Perkal, m	180	W jednakowej ilości zastępowym 1., 2. i 3. zastępu
7	Szpagat, kg	3	
8	Sznurek, m	120	
9	Nóż, szt.	4	Zastępowym wszystkich zastępów
10	Obciskacz spłonkowy, szt.	3	1. zastęp — 1., 4. zastęp — 2.

Kalkulacja siły roboczej

L. p.	P r a c a	Nr norm wg załącznika nr 6	Kalkulacja	Niezbędna ilość robotn.-godzin
1	Wiązanie 57 ładunków	38	$0{,}30 \times 57$	17
2	Przymocowanie 40 ładunków	39	$0{,}30 \times 40$	20
3	Umieszczenie 9 ładunków w rurach minowych podpór z uszczelnieniem	34	2×9	18
4	4 sieci lontu wybuchowego, na 22 spłonki każda	9	$\frac{(0{,}02+0{,}08+0{,}02)\times 22\times 4}{5}$	2,1
5	3 takież sieci, na 6 spłonek każda	9	$\frac{(0{,}02+0{,}08+0{,}02)\times 6\times 3}{3}$	0,4
6	Podwójna elektryczna sieć zapalająca na 11 zapalników elektrycznych każda, z przeprowadzeniem 2 przewodów głównych	40 i 41	$0{,}30\times 11\times 2+0{,}5\times 2$	7,6
	Ogółem	—	—	65

Załącznik nr 5

ZNISZCZYĆ NA WYPADEK NIEBEZPIECZEŃSTWA DOSTANIA SIĘ BEZPOŚREDNIO W RĘCE NIEPRZYJACIELA

DZIENNIK KIEROWANEGO POLA MINOWEGO*) nr .....

Miejsce pola minowego .....

.....

Mapa:

Punkt kierowania z .....

(nazwa jednostki pododdziału)

.....

(stopień i nazwisko komendanta punktu)

I. Schemat sieci elektrycznej pola minowego

*) 1 strona dziennika.

Na schemacie należy pokazać każdy fugas (minę), przewody odcinkowe i główne oraz ich długość. Każdą grupę fugasów i końce przewodów głównych (w stacji minerskiej) oznacza się również na schemacie znakami umówionymi (cyfry, litery).

II. Opór elektrycznej sieci grup fugasów (min)*)

Data pomiaru oporu	Nazwa przyrządu pomiarowego	Ogólny opór w omach				Opór głównych przewodów od punktu A do punktu B (pokazać na schemacie)	Nazwisko osoby przeprowadzającej pomiary
		1. grupa	2. grupa	3. grupa	4. grupa		

III. Zapis wykonanych prac **)

Data dzień. miesiąc	Czas zapisu (godz. (min.)	Wyszczególnienie pracy	Uwagi i zarządzenia sprawdzających

*) 2 strona dziennika.
**) 3 i 4 strona dziennika.

NORMY CZASU I ŚRODKÓW DO KALKULACJI PRAC MINERSKICH

L. p.	Nazwa pracy i materiał	Ilość robotn.-godzin
1	2	3
	Przygotowanie zapalnika lontowego	
1	Obcięcie końców lontu prochowego pod kątem prostym i ostrym, przegląd i usunięcie ze spłonki zanieczyszczeń, owijanie końców lontu taśmą izolacyjną, wstawienie lontu w spłonkę, obciśnięcie i owijanie taśmą izolacyjną: minerów	0,025
	U w a g a. Przy zastosowaniu knota tlejącego dodać 0,01 robotn. godz. na obcięcie, nałożenie knota na koniec lontu prochowego i przywiązanie.	
	Wykonanie złącz przewodów i sieci elektrycznej	
2	Przygotowanie przewodów do połączenia: odizolowanie końców, oczyszczenie i skręcenie żyły: minerów	0,05
3	Wykonanie prostego złącza z zaizolowaniem go: minerów	0,15
	taśmy gumowej — 10 cm taśmy izolacyjnej — 20 cm kleju gumowanego — 5 g	
4	Przyłączenie przewodu do zapalnika elektrycznego z oczyszczeniem czterech końców i zaizolowaniem złącz: minerów	0,25
	taśmy gumowej — 10 cm taśmy izolacyjnej — 20 cm kleju gumowanego — 5 g	
5	Wykonanie sieci elektrycznej: nacięcie odcinków przewodów według dłu-	

1	2	3
	gości i ilości odstępów pomiędzy ładunkami, oczyszczenie końców, łączenie zapalników elektrycznych wraz z zaizolowaniem złącz:	
	na każdy zapalnik elektryczny minerów	0.30
6	Układanie przewodów głównych z jednego bębna (na 400 m): minerów	0.50
7	Łączenie sieci elektrycznej w zależności od rozmieszczenia ładunków. Na jeden ładunek: minerów	0.03—0.05
	Prace z lontem wybuchowym	
8	Łączenie lontów wybuchowych w oplocie bawełnianym:	
	a) w nakładkę z obwiązaniem szpagatem minerów	0.025
	b) w węzeł (z zaciągnięciem) minerów	0.005
9	Wykonanie równoległej sieci z lontu wybuchowego na 5 ładunków:	
	a) rozwijanie zwojów, cechowanie i cięcie lontu na odcinki sieci minerów	0.02
	b) obcięcie końców lontu, owijanie ich taśmą izolacyjną, nakładanie spłonek i owijanie styku taśmą izolacyjną minerów	0.08
	c) przymocowywanie do nabojów zapałowych minerów	0.02
10	Wykonanie szeregowej sieci z lontu wybuchowego na 5 ładunków:	
	a) rozwijanie zwojów, cechowanie i cięcie lontu na 4 odcinki — minerów	0.015
	b) obcięcie końców lontu, owijanie ich taśmą izolacyjną, nakładanie spłonek i owijanie styku taśmą izolacyjną — minerów	0.06

1	2	3
	Przygotowanie opakowań do ładunków i napełnienie ich mat. wyb.	
11	Wykonanie skrzyni (bez heblowania) z dwoma pokrywami: cieśli . . . . . 0.70 desek — 6,5 m gwoździ 5 cm — 32 szt.	
12	Osmołowanie skrzyni (przy gotowej smole): minerów . . . . . 0,25 smoły od 20 do 25% wagi ładunku pakuł — 0,1 kg	
13	Napełnienie mat. wyb. skrzyni z połączeniem dwóch końców przewodu do zapalnika elektrycznego, izolowaniem złącz i zalaniem pokryw smołą: minerów . . . . . 0,80 smoły — 10% wagi ładunku taśmy gumowej — 10 cm taśmy izolacyjnej — 20 cm kleju gumowego — 20 g	
14	Sporządzenie ładunku w pokrowcu z płótna lub nieprzemakalnej tkaniny: minerów . . . . . 0,15—0,40 płótna lub tkaniny nieprzemakalnej — 0,5—1 m^2 szpagatu — 1,5—3 m	
15	Sporządzenie ładunku w beczce; wykonanie otworu na przewody zapalające w dnie beczki, korka do zamknięcia otworu, osmołowanie beczki od wewnątrz i od zewnątrz; dołączenie odcinków przewodów do zapalnika elektrycznego. Załadowanie beczki mat. wyb. i osmołowanie korka: minerów 2,00	
	Prace przygotowawcze	
16	Wywiercenie w drzewie otworu o głębokości do 20 cm: minerów 0,10	

1	2	3
17	Przygotowanie ładunku wolnoprzyłożonego, zawijanie go w tkaninę lub wiązanie szpagatem: minerów	0,05—0,10
	tkaniny 1—2 m²	
	szpagatu 1—2 m	
18	Rozmieszczenie ładunków i umocowywanie ich w zależności od wielkości wysadzanych elementów i ilości ładunków. Średnio na 1 ładunek: minerów	0,15—0,25
	szpagatu 1—2 m	
19	Ułożenie przewodów głównych na 100 m: minerów	0,25
20	Ułożenie przewodów lub lontu wybuchowego do ładunków w zależności od rozmieszczenia ładunków. Na jeden ładunek: minerów	0,03—0,05
21	Wykonanie przerębli w lodzie przy grubości lodu do 0.6 m: robotników	0,20—0,50
22	Wykonanie w zatorze lodowych studni o średnicy 1 m, głębokości 3 m: robotników	6,00
	Fugasy polowe	
23	Wykopanie dołu o głębokości 1—1,5 m w średniej glebie: robotników	0,50—1,00
24	Wykopanie rowków dla przewodów w średniej glebie o głębokości 0,2—0,5 m. Na każdy metr długości: robotników	0,30—0,50
25	Zakopywanie dołu fugasa o głębokości 1—2 m i maskowanie: robotników	0,15—0,30
26	Budowa grupy pieciu polowych fugasów. Przyłączanie zapalników elektrycznych do końców przewodów odcinkowych: minerów	1,00

1	2	3
	Przygotowanie zapalającej sieci elektrycznej:	
	minerów	0,40
	Topienie smoły (paku) w ilości do 20 kg:	
	minerów	0,75
	Przygotowanie ładunków w gotowych skrzyniach drewnianych z ich osmołowaniem, uzbrajaniem i zalaniem pokryw:	
	minerów	3,00
	cieśli	0,50
	Kopanie dołów	
	robotników	2,50—5,00
	Zakładanie fugasów, budowa i sprawdzenie sieci elektrycznej:	
	minerów	1,00
	Zakopywanie dołów i maskowanie ich:	
	robotników	0,75—1,50
	Ogółem: minerów	8,15
	cieśli	0,50
	robotników . . .	3,25—6,50
	przewodu minerskiego — 120 m desek — 32,5 m gwoździ 5 cm — 160 szt. taśmy gumowej — 150 cm taśmy izolacyjnej — 400 cm kleju gumowego — 100 g smoły — 35% wagi wszystkich ładunków.	
27	Budowa fugasa miotającego.	
	Włączanie zapalników elektrycznych do końców przewodów:	
	minerów	0,20
	Topienie smoły:	
	minerów	0,75
	Przygotowanie ładunku:	
	minerów	1,00
	cieśli	0,70
	Kopanie dołów:	
	robotników	6,00

1	2	3
	Wykonanie tarczy:	
	cieśli	0,50
	Założenie ładunku, ustawienie tarczy i narzucenie kamieni:	
	minerów	0,25
	robotników	2,00
	Ogółem: minerów	2,20
	cieśli	1,20
	robotników . . .	8,00
	przewodów — 8 m (bez głównych)	
	taśmy gumowej — 20 cm	
	taśmy izolacyjnej — 60 cm	
	kleju gumowego — 10 g	
	desek 5×25 cm — 8 m	
	desek 2,5×25 cm — 6,5 m	
	listew — 4 m	
	gwoździ 15 cm — 32 szt.	
	gwoździ 5 cm — 32 szt.	
	kamieni — w zależności od wagi ładunków, na 10 kg	
	mat. wyb. — 1,5 m^3	
	smoły 20—25% wagi ładunku.	
	Przygotowanie do niszczenia ścian kamiennych	
28	Wykonanie 0,1 m^3 rękawa, komory, niszy lub bruzdy:	
	robotników	3,50
29	Zbrojenie komory i wykonanie uszczelnienia w rękawie na 1 m długości rękawa:	
	minerów	1,00
	gotowych ładunków — 1 szt.	
	materiał do uszczelniania w zależności od objętości rękawa.	
30	Wykopanie dołu 0,5×0,5 m, przy fundamencie o głębokości 1—1,5 m w średniej glebie:	
	robotników	1,00—1,50
	Zakładanie ładunków i zasypywanie dołu:	
	minerów	0,50
	gotowych ładunków — 1 szt.	

1	2	3
31	Wykopanie dołu pod fundamentem (1×1 m). Na 1 m głębokości: robotników	4,00
	Zakładanie ładunków i zasypywanie dołu. Na 1 m: minerów . . . . . gotowych ładunków — 1 szt.	0,50
	Przygotowanie do niszczenia kamiennych podpór mostowych	
32	Wykonanie 0,1 m³ rękawa, komory, niszy lub bruzdy: robotników	3,50
33	Układanie mat. wyb. i uszczelnienie. Na 1 m: minerów . . . . . gotowych ładunków — 1 szt. materiał na uszczelnienie, na 1 m³ — 50 worków z ziemią.	1,00
34	Układanie mat. wyb. i uszczelnienie rury minowej przy gotowych ładunkach: minerów . . . . . gotowych ładunków — 1 szt.	2,00
35	Wykopanie 1 m³ studni z komorą minową za przyczółkiem w średniej glebie, z częściowym odziewaniem ścianek w celu zapobieżenia osypywaniu się ziemi: robotników . . . . . desek i rozpór — w miarę potrzeby.	4,00
36	Załadowanie komory i uszczelnienie studni: minerów . . . . . gotowych ładunków — 1 szt., materiał na uszczelnienie, na 1 m³ — 50 worków z ziemią.	6,00
37	Załadowanie dwóch komór, uszczelnienie dwóch rękawów i studni minowej: minerów . . . . . gotowych ładunków — 2 szt., materiał na uszczelnienie, na 1 m³ — 50 worków z ziemią.	8,00

1	2	3
	Przygotowanie do niszczenia stalowych kratownic mostowych	
38	Przygotowanie (wiązanie) ładunków:	
	a) małego, do 3 kg — minerów	0,20
	b) średniego, do 8 kg — minerów	0,30
	c) dużego, ponad 8 kg — minerów	0,40
39	Przymocowywanie do elementu kratownicy:	
	a) małego ładunku — minerów	0,20
	b) średniego ładunku — minerów	0,50
	c) dużego ładunku — minerów	0,75
40	Wykonanie sieci elektrycznej: nacięcie odcinków przewodu według ilości i długości odstępów pomiędzy ładunkami, oczyszczanie końców, włączanie zapalników elektrycznych z izolowaniem złącz. Na każdy zapalnik elektryczny:	
	minerów	0,30
41	Ułożenie przewodu głównego z jednego bębna (400 m):	
	minerów	0,50
	Przygotowanie tuneli do zniszczenia	
42	Przebijanie w ścianie tunelu wejścia do chodnika minowego o wymiarach 100×80 cm:	
	robotników	6,00—8,00
43	Wykonanie 1 m^3 chodnika w średniej glebie z odzianiem:	
	minerów	4,00
	robotników	2,00

1	2	3
	Uwaga. W ciągu 1 doby można wykonać 5 do 7 m chodnika. Na dobę: zastępowych — 3 minerów — 24 cieśli — 3 robotników — 12	
44	Wykonanie komory minowej dla ładunku w średnim gruncie. Na 1 m^3 komory: minerów	4,00
	robotników	2,00
45	Załadowanie komory minowej. Na 1 m^3: minerów	4,00
	robotników — po jednym na każde 2 m chodnika.	
46	Wykonanie 1 m^3 uszczelnienia: minerów	3,00
	worków z ziemią — 50 szt. na 1 m^3 lub darniny 0,1×0,2×0,4 m — 125 szt. drzewa — w miarę potrzeby.	
	Przygotowanie przepustów do niszczenia	
47	Układanie gotowego ładunku: minerów	0,50
	Uszczelnianie workami z ziemią: minerów	3,00
	robotników	6,00
	worki z ziemią — w miarę potrzeby.	
	Przygotowanie dróg kolejowych do niszczenia	
48	Jednej szyny w środku (pomiędzy stykami): minerów	0,03
49	Jednego rozjazdu: a) krzyżownica — minerów	0,30
	b) dziób krzyżownicy — minerów	0,40

1	2	3
50	Wieży ciśnień (zbiornik, rury, budynek):	
	minerów	3,00—5,00
	robotników	10,00—12,00
	worków z ziemią — 250 szt.	
51	Jednej zasuwy:	
	minerów	0,30—0,50
52	Kranu wodnego:	
	minerów	0,40—0,45
53	Obrotnicy (obie kratownice, oś, styki):	
	minerów	5,00
54	Parowozowni o powierzchni 500 m²:	
	minerów	15,00—20,00
55	Warsztatu kolejowego o powierzchni 300 m²:	
	minerów	15,00—20,00
56	Elektrowni:	
	minerów	15,00—20,00
	Prace w średnich glebach	
57	Kopanie studzien o głębokości do 6—8 m, przekroju 1×1,5 m z odziewaniem. Na 1 m głębokości:	
	minerów	8,00—15,00
	cieśli	2,00
	desek 5×12×150 cm — 35 szt.	
58	Kopanie studzien o głębokości do 4—5 m, przekroju 1×1,5 m bez odziewania. Na 1 m głębokości:	
	minerów	6,00—10,00
59	Przekopywanie chodnika z ustawianiem ram o przekroju 1×1,5 m. Na 1 m długości:	
	minerów	4,00—7,00
	cieśli	1,5—2,00
	desek 5×12×150 cm — 35 szt.	
60	Wykonanie komór minowych. Na 1 m³ komory:	
	minerów	4,00
61	Wiercenie otworu świdrem ziemnym o średnicy 15—23 cm, w średniej glebie na głębokości 1 m:	

1	2	3
	minerów	0,25
	na głębokość 1,5 m:	
	minerów	0,40
	na głębokość 2 m:	
	minerów	0,70
	na głębokość 2,5 m i więcej:	
	minerów	1,00—2,00
62	Zasypanie studzien o przekroju 1×1,5 m. Na 1 m głębokości:	
	robotników	0,50—0,75

OGÓLNE NORMY DO KALKULACJI PRAC MINERSKICH

L. p.	Obiekty	Potrzeba		
		czasu (w godz.)	mat. wyb. w kg	siły roboczej
1	2	3	4	5
1	**Drewniany most** (zniszczyć belki i pale)			
	a) o długości do 5 m	0,5	5	Jedna drużyna saperów
	b) „ 5—10 m	1,0	10	
	c) „ 10—20 m	1,5	20	
2	**Kamienny most łukowy o długości do 10 m** (zniszczyć klucze sklepień)	2	100	Drużyna saperów
3	**Most stalowy**, nie przygotowany do zniszczenia (zniszczyć 1 przyczółek, 1 filar i 1 przęsło)			
	a) przęsło do 20 m	4	700—1250	Jeden pluton saperów
	b) „ 20—40 m	5	1250—2000	
	c) „ 40—60 m	4	2000—2800	Dwa plutony saperów
	d) „ ponad 60 m	5—6	3000—3500	
4	**Most stalowy** (zniszczyć 1 przęsło)			
	a) o długości do 20 m	1	30	Pluton saperów
	b) „ 20—40 m	2	60—80	
	c) „ 40—60 m	3	80—150	
	d) „ ponad 60 m	4	160 i więcej	

1	2	3	4	5
5	**Kamienny dom z piwnicami, dzwonnica, wieża, komin fabryczny itp.**	1—10	20—300	Od 1. drużyny do 1. kompanii saperów
	Uwaga. Czas, mat. wyb. i siła robocza — w zależności od wymiarów budowli, stopnia przygotowania jej i sposobu niszczenia.			
6	**Lód** na 10 m^2 powierzchni	2	1—2	2 saperów
7	**Stacja kolejowa**			
	a) pośrednia, nie posiadająca parowozowni (z wieżami ciśnień, 18 rozjazdami i 9 torami)	—	130—330	Od 25 do 130 robotn.-godzin
	b) pośrednia, posiadająca parowozownię (z wieżami ciśnień, z parowozownią o objętości 2000 m^3, 31 rozjazdami, 32 torami)	—	330—900	Od 100 do 200 robotn.-godzin
	c) węzłowa (z wieżą ciśnień, z torami do 12 km, parowozownią o 6000 m^3 i z warsztatami kolejowymi o kubaturze 5000 m^3)	—	2600—3000	Od 220 do 340 robotn.-godzin
8	**Leje na drodze**			

Wymiary lejów i głębokość założenia ładunków pokazane są w poniższej tabeli.

Jaki lej	Głębokość założenia ładunku (w m)	Wymiary leja			Potrzeba		
		objętość (w m^3)	głębokość (w m)	średnica (w m)	czasu (w godz.)	mat. wyb. o zmniejszonej sile wybuchu (w kg)	siły roboczej
Zwykły: mina zwykła (n = 1)	2,0	10—25	0,7	4,0	1,5	12—16	Drużyna saperów
	3,0	50	1,0	6,0	3,0	32—48	
	4,0	120	1,3	8,0	4,5	80—100	
	5,0	230	1,7	10,0	6,0	150—200	
Zwiększony: mina przeładowana (n = 2)	2,0	45—130	2,0	8,0	2.0	50—80	Drużyna saperów
	3,0	150	3,0	12,0	4,0	160—260	
	4,0	350	4,0	16,0	6,0	350—520	
	5,0	700	5,0	20,0	8,0	750—950	
Zwiększony: mina przeładowana (n = 3)	2,0	100—200	2,0—3,0	12,0	3,0	160—320	Drużyna saperów
	3,0	300	4,0	18,0	6,0	500—1000	
	4,0	700	5,0	24,0	9,0	1200—2400	
	5,0	1400	6,0	30,0	12,0	2400—4800	

TABLICA KWADRATÓW, SZEŚCIANÓW, PIERWIASTKÓW, OBWODÓW I POWIERZCHNI KÓŁ DLA LICZB OD 1 DO 100

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1	1,0000	1,0000	3,142	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	9,425	7,0868
4	16	64	2,0000	1,5874	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	15,708	19,6350
6	36	216	2,4495	1,8171	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	21,991	38,4845
8	64	512	2,8284	2,0000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	28,274	63,6173
10	100	1000	3,1623	2,1544	31,416	78,5398
11	121	1331	3,3166	2,2240	34,558	95,0332
12	144	1728	3,4641	2,2894	37,669	113,097
13	169	2197	3,6056	2,3513	40,841	132,732
14	196	2744	3,7417	2,4101	43,982	153,938
15	225	3375	3,8730	2,4662	47,124	176,715
16	256	4096	4,0000	2,5198	50,265	201,062
17	289	4913	4,1231	2,5713	53,407	226,980
18	324	5832	4,2426	2,6207	56,549	254,469
19	361	6859	4,3589	2,6684	59,690	283,529
20	400	8000	4,4721	2,7144	62,832	314,159
21	441	9261	4,5826	2,7589	65,973	346,361
22	484	10648	4,6904	2,8020	69,115	380,133
23	529	12167	4,7958	2,8439	72,257	415,476
24	576	13824	4,8990	2,8845	75,398	452,389
25	625	15625	5,0000	2,9240	78,540	490,874
26	676	17576	5,0990	2,9625	81,681	530,929
27	729	19683	5,1962	3,0000	84,223	572,555
28	784	21952	5,2915	3,0366	87,965	615,752
29	841	24389	5,3852	3,0723	91,106	660,520
30	900	27000	5,4772	3,1072	94,248	706,858
31	961	29791	5,5678	3,1414	97,389	754,768
32	1024	32768	5,6569	3,1748	100,531	804,248
33	1089	35937	5,7446	3,2075	103,673	855,299
34	1156	39304	5,8310	3,2396	106,814	907,920
35	1225	42875	5,9161	3,2711	109,956	962,113

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
36	1296	46656	6,0000	3,3019	113,097	1017,88
37	1369	50653	6,0828	3,3222	116,239	1075,21
38	1444	54872	6,1644	3,3620	119,381	1134,11
39	1521	59319	6,2450	3,3912	122.522	1194,56
40	1600	64000	6,3246	3,4200	125,660	1256,64
41	1681	68921	6,4031	3,4482	128,81	1320,25
42	1764	74088	6,4807	3,4760	131,95	1385,44
43	1849	79507	6,5574	3,5034	135,09	1452,20
44	1936	85184	6,6332	3,5303	138,23	1520,53
45	2025	91125	6,7082	3,5569	141,37	1590,43
46	2116	97336	6,7823	3,5830	144,51	1661,90
47	2199	103823	6,8567	3,6088	147,65	1734,94
48	2304	110592	6,9282	3,6342	150,80	1809,56
49	2403	117649	7,0000	3,6593	153,94	1885,74
50	2500	125000	7,0711	3,6840	157,08	1963,50
51	2601	132651	7,1414	3,7084	160,22	2042,82
52	2704	140608	7,2111	3,7325	163,36	2123,72
53	2809	148877	7,2801	3,7563	166,50	2206,18
54	2916	157464	7,3485	3,7798	169,65	2290,22
55	3025	166375	7,4162	3,8030	172,79	2375,83
56	3136	175616	7,4833	3,8259	175,93	2463,01
57	3249	185193	7,5498	3,8785	179,07	2551,76
58	3364	195112	7,6158	3,8709	182,21	2642,08
59	3481	205379	7,6811	3,8930	185,35	2733,97
60	3600	216000	7,7460	3,9149	188,50	2827,43
61	3721	226981	7,8102	3,9365	191,64	2922,47
62	3844	238328	7,8740	3,9679	194,78	3019,07
63	3969	250047	7,9373	3,9791	197,92	3117,25
64	4096	262144	8,0000	4,0000	201,06	3216,99
65	4225	274625	8,0623	4,0207	204,20	3318,31
66	4356	287496	8,1240	4,0412	207,35	3421,19
67	4489	300763	8,1854	4,0615	210,49	3525,65
68	4624	314432	8,2462	4,0817	213,63	3631,68
69	4761	328509	8,3066	4,1016	216,77	3739,28
70	4900	343000	8,3666	4,1213	219,91	3848,45
71	5041	357911	8,4261	4,1408	223,05	3959,19
72	5184	373248	8,4853	4,1602	226,19	4071,50
73	5329	389017	8,5440	4,1793	229,34	4185,39
74	5476	405224	8,6023	4,1983	232,48	4300,84
75	5625	421875	8,6603	4,2172	235,62	4417,86
76	5776	438976	8,7178	4,2358	238,76	4536,46

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	πn	$\frac{\pi n^3}{4}$
77	5929	456533	8,7750	4,2543	241,90	4556,63
78	6084	474552	8,8318	4,2727	245.04	4778.36
79	6241	493039	8,8882	4,2908	248,19	4901,19
80	6400	512000	8,9443	4,3089	251,33	5026,65
81	6561	531441	9,0000	4,3267	254,47	5153,00
82	6724	551368	9,0554	4,3445	257,61	5281,02
83	6889	571787	9,1104	4,3621	260,75	5410,61
84	7056	592704	9,1652	4,3795	263,89	5541,77
85	7225	614125	9,2195	4,3968	267,04	5674,50
86	7396	636056	9,2736	4,4140	270,80	5808,80
87	7569	658503	9,3274	4,4310	273,32	5964.68
88	7744	681472	9,3808	4,4480	276.46	6082,12
89	7921	704969	9.4340	4,4647	279,60	6221,14
90	8100	729000	9.4868	4.4814	282.74	6361,73
91	8281	753571	9.5394	4,4979	285.88	6503.88
92	8464	778688	9,5917	4.5144	289.03	6647.61
93	8649	804357	9.6437	4.5307	292.17	6792,91
94	8836	830584	9.6954	4.5468	295.31	6939.78
95	9025	857375	9.7468	4.5629	298.25	7088,22
96	9216	884736	9.7980	4,5789	301,59	7238.23
97	9409	912673	9.8489	4,5947	304.73	7389,81
98	9604	941192	9.8995	4.6104	307.88	7542.96
99	9801	970299	9,9409	4.6261	311,02	7697,69
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	314,16	7853,98

TREŚĆ

strona

Wstęp 3
Wiadomości ogólne 3

Rozdział I. **Materiały wybuchowe** 5
A) Materiały wybuchowe pobudzające (detonatory) 13
B) Materiały wybuchowe kruszące 15
C) Materiały wybuchowe miotające (prochy) . . 32

Rozdział II. **Sposoby zapalania i środki zapalające** 34
A) Zapalanie (wywoływanie detonacji) sposobem ogniowym 35
B) Zapalanie elektryczne 49
C) Zapalanie przez przeniesienie detonacji . . 119
D) Zapalanie mechaniczne 121

Rozdział III. **Składanie ładunków i pakietowanie** 122

Rozdział IV. **Przepisy bezpieczeństwa przy pracach minerskich** 131

Rozdział V. **Wysadzanie drzewa i konstrukcji drewnianych** 139
A) Wysadzanie kloców i pali 139
B) Karczowanie pni 143
C) Wysadzanie mostów drewnianych 144
D) Wysadzanie tratew, statków i czyszczenie koryta rzeki 154

Rozdział VI. **Wysadzanie elementów i budowli metalowych** 157
A) Wysadzanie oddzielnych elementów . . . 157
B) Wysadzanie mostów stalowych 167

Rozdział VII. **Wysadzanie budowli z cegły, kamienia, betonu i żelazobetonu** 174
A) Obliczanie pojedynczych ładunków dla cegły, kamienia i betonu 174

B) Obliczanie ładunków przy wysadzaniu żelazobetonu 180
C) Wysadzanie murów 184
D) Wysadzanie budynków 185
E) Wysadzanie kamiennych podpór mostowych . 190
F) Niszczenie mostów łukowych 197
G) Niszczenie mostów żelbetowych 200
H) Niszczenie betonowych zapór wodnych (tam) 206

Rozdział VIII. **Prace minerskie w ziemi i skałach** 208

A) Obliczanie wielkości ładunków 208
B) Wysadzanie ziemi 216
C) Budowa rowów przeciwczołgowych 222
D) Spulchnianie ziemi przez wysadzanie mat. wyb. 224
E) Wysadzanie pojedynczych kamieni 231

Rozdział IX. **Niszczenie dróg kołowych i kolejowych oraz lotnisk** 233

A) Niszczenie budowli drogowych 233
B) Niszczenie dróg 241
C) Niszczenie toru kolejowego 243
D) Niszczenie stacji kolejowych 247
E) Niszczenie urządzeń stacyjnych i taboru kolejowego 251
F) Niszczenie lotnisk 261

Rozdział X. **Wysadzanie budowli fortyfikacyjnych** 263

A) Wysadzanie budowli żelbetowych i drewnianoziemnych 263
B) Niszczenie przeszkód 270

Rozdział XI. **Niszczenie uzbrojenia i sprzętu bojowego** 274

Rozdział XII. **Fugasy polowe i miny podwodne** 280

A) Fugasy polowe 280
B) Miny podwodne 284
C) Punkty kierowania 288

Rozdział XIII. **Wysadzanie lodu i zatorów lodowych** 291

Załączniki:

1) Przechowywanie, przewóz i niszczenie materiałów wybuchowych, środków zapalających oraz min 296
2) Wykaz i opis narzędzi i przyborów do robót minerskich 307
3) Przykład organizacji niszczenia mostu drewnianego 314
4) Przykład organizacji niszczenia mostu stalowego 321
5) Dziennik kierowanego pola minowego . . . 332
6) Normy czasu i środków do kalkulacji prac minerskich 334
7) Ogólne normy do kalkulacji prac minerskich 345
8) Tablica kwadratów, sześcianów, pierwiastków, obwodów i powierzchni kół dla liczb od 1 do 100 348

Referent: *ppłk Frieman*
Redaktor techniczny: *kpt. Misztal*
Korektor: *Cieślak*

Zakłady Graficzne W I N W — Oddział we Wrocławiu
L. 46/47

P. 18 Lwów
576/1