

ROZDZIAŁ III

DOBYWANIE GRUNTÓW

1. Uwagi ogólne

Dobywanie gruntu, tj. oddzielanie pewnej jego masy od gruntu macierzystego wraz z nakładaniem na środki przewożowe, odbywa się przy pomocy różnych narzędzi i maszyn.

Odpowiedni wybór tych narzędzi i maszyn oraz odpowiednie ich zastosowanie przez odpowiednią organizację robót jest bardzo odpowiedzialną czynnością kierownika robót, która może w znacznym stopniu osiągnąć przyspieszenie wykonania robót i znakomicie przyczynić się do obniżenia ich kosztu, gdy tymczasem zlekceważenie tego zagadnienia może spowodować znaczne straty w czasie i pieniądzu. Zastosowanie tych lub innych narzędzi i maszyn zależy jest od rodzaju gruntu, jaki mamy dobywać, od jego ilości oraz od warunków terenowych, w jakich są wykonywane roboty ziemne.

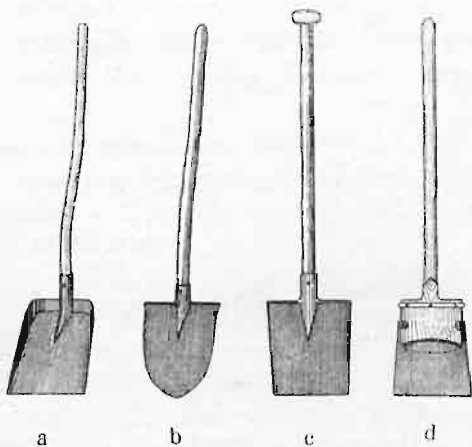
Rozpatrzymy zastosowanie do dobywania ziemi w różnych warunkach różnych narzędzi i maszyn, przechodząc od najprostszych do więcej złożonych.

2. Dobywanie ziemi ręczne

W zależności od zwięzłości gruntu przy dobywaniu ręcznym używane są różne narzędzia, przystosowane do właściwości gruntów, z jakimi mamy do czynienia.

Przy gruntach sypkich, mało zwięzłych (piaski, grunty piaszczyste i gliniaste itp.) używane są różnego rodzaju łopaty z blachy stalowej (rys. 20): dla bardzo sypkich gruntów mogą to być szufle (a), tj. łopaty z zagiętymi krawędziami bocznymi; dla zwięzlejszych — łopaty zastrzone na końcu (b), prostokątne lub zlekka zwężające się do dołu (c).

Czasami można spotkać łopaty drewniane okute żelazem, znane pod nazwą śląskich lub polskich (d). Wymiary łopat wahają się w pewnych granicach, w zależności, z jednej strony od rodzaju robotnika (wykwalifikowanego lub przypadkowego), z drugiej strony od rodzaju gruntu.



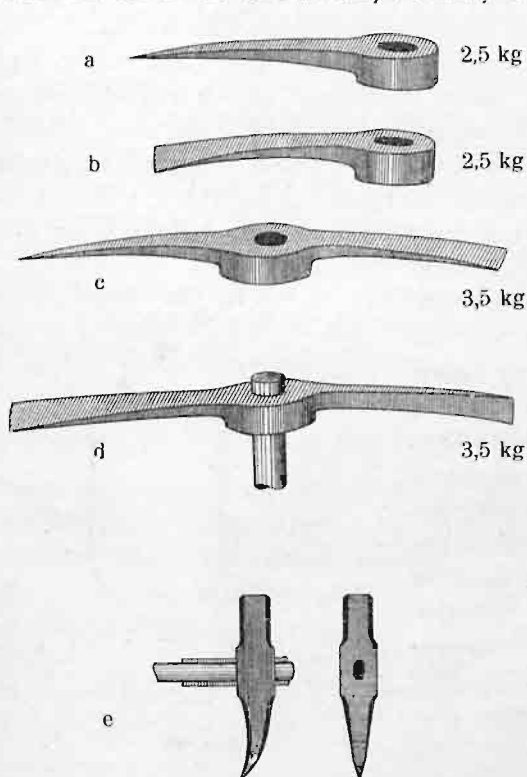
Rys. 20.

Tak, np. typ łopaty b	miewa	wymiary:	długość	22—25 cm
"	"	"	szerokość	18—28 cm
"	c	"	długość	do 31 cm
"	"	"	szerokość	do 28 cm
"	d	"	długość	do 40 cm
"	"	"	szerokość	do 22,5 cm

Przy gruntach zwięzłych (glinach, zbitych ilach, żwirach z dużą zawartością kamieni itp.) zwykle łopaty nie wystarczają i należy grunt uprzednio wzruszyć przy pomocy motyk (rys. 21, a i b) lub oskardów (rys. 21, c i d) lub przy gruntach skalistych, składających się z mniejszych lub większych odłamów skał, przy pomocy kilofów (rys. 21e); te ostatnie mogą służyć jednocześnie do rozbijania większych odłamów skał.

Przy skałach popękanych znajdują zastosowanie drągi (rys. 22) żelazne, długości 100—150 cm, średnicy 40—50 mm, z jednym końcem zastrzonym, a drugim spłaszczonym—dla zakładania drąga w wąskie szczeliny i podważania.

Przy gruntach bardzo zwięzłych (np. zbite gliny) lub skalistych z wyraźnymi płaszczyznami podziału (skały warstwowe) można zastosować do ich добыcia kliny drewniane bądź stalowe.

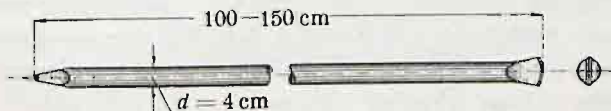


Rys. 21.

Przy gruntach zwięzłych kliny—zwykle drewniane, z twardego drzewa—zabija się rzędami w odległości 1,0 m jeden od drugiego; długość klina—do 1,0 m, średnica—do 20 cm. Po zabiciu stopniowym i jednoczesnym rzędu klinów wzdłuż stromej skarpy gruntu, otrzymujemy na linii klinów pęknięcie, które po założeniu węń drąga lub kilku drągów jednocześnie daje możliwość podważenia i odwalenia pewnej bryły gruntu.

Stalowe kliny długości 15—20 cm mogą być z powodzeniem stosowane

przy skałach warstwowych przez zabijanie ich jednocześnie wzdłuż płaszczyzn podziału skał; możemy tym sposobem otrzy-



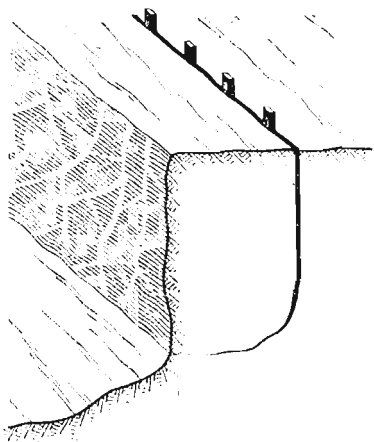
Rys. 22.

mywać duże i dość foremne bloki, nadające się dla różnych celów, a między innymi do wyrobu kostek brukarskich itp. (rys. 23).

Wydaźność pracy, przy zastosowaniu wymienionych

narzędzi zależy nie tylko od rodzaju gruntów, ale i od rodzaju robotnika.

Robotnik winien być wykwalifikowany, aby wydajność jego była należyta. Część robotników, zresztą nieznaczna (3—5%), winna być wyżej wykwalifikowana, niż pozostała: winna być obznajmiona z użyciem taśmy mierniczej, libelą, trójkątem skarpiańskim itp. i mieć dłuższą praktykę; tacy robotnicy zdobyli umiejętność dokładnego wykonywania robót ziemnych i potrafią być przewodnikami drużyn (brygad), złożonych z robotników ziemnych o kwalifikacjach mniejszych, którzy jednak winni być również przyzwyczajeni do tego rodzaju robót; takie wdrożenie do robót ziemnych następuje po dłuższym czasie: praktycy twierdzą, że po roku lub dwóch; o ile jednak robotnik jest silny, zdrowy i chętny, można go wdrożyć w krótszym czasie przy pomocy instruktorów, którzy powinni zwracać uwagę robotników na sposób trzymania narzędzi, wykonywania racjonalnych ruchów, wystrzegania się ruchów niepotrzebnych, na tempo pracy, które nie powinno być ani za szybkie, ani za powolne; słowem, winno się zwracać uwagę na fachową organizację robót.



Rys. 23.

Jeżeli przyjąć wydajność pracy wykwalifikowanych robotników ziemnych za 100%, wydajność pracy robotników niewykwalifikowanych można przyjąć nie więcej, niż 50—60% wydajności robotnika wykwalifikowanego; ta wydajność spada jeszcze niżej, jeżeli mamy do czynienia z robotnikiem słabym i fizycznie niewyrobionym (np. bezrobotni fabryczni); wydajność takich robotników można przyjąć zaledwie na 30% i nawet na 20% wydajności robotnika wykwalifikowanego.

Robotnicy niewykwalifikowani w czasie pracy wykonywują zupełnie niepotrzebnie dużo ruchów; np. przy każdym ruchu łopaty robią po kilka kroków na próżno, co może utworzyć w ciągu dnia kilka kilometrów niepotrzebnej drogi.

Robotnicy wykwalifikowani mają ruchy wyspecjalizowane i zautomatyzowane, o ile wyszli z „dobrej szkoły”. W Polsce mamy w kilku okolicach ośrodki, z których rekrutują się tacy specjaliści do robót ziemnych, zajmujący się nimi zawodowo od wielu pokoleń. Do takich specjalistów, np. należą tzw. „holendrzy” z okolic miasteczka Domaczewa (pod Brześciem n. Bugiem), znakomici i solidni wykonawcy robót ziemnych, znani w całej Polsce, a przed wojną światową — w całej Rosji, dokąd angażowano ich do robót ziemnych przy budowie kolei żelaznych.

Wydażność przeciętną robotnika wykwalifikowanego, która zresztą wahać się będzie w zależności od warunków miejscowych, a przede wszystkim od rodzaju gruntu i organizacji robót, można by przyjąć następującą:

Jeden robotnik może wzruszyć 1 m³ ziemi z odrzuceniem na odległość do 3 m lub z naładowaniem na taczki:

1. ziemi piaszczystej sypkiej i pulchnej w ciągu	0,5— 1,0	godz
2. lekkiej gliny i żwiru	1,0— 1,5	„
3. ciężkiej gliny, iłu, zbitych żwirów	1,5— 2,3	„
4. okrucowców, łupków.	2,3— 3,3	„
5. skał łupliwych	3,3— 4,5	„
6. skał	} przy użyciu materia- łów wybuchowych	4,5— 6,0
7. bardzo twardych skał }		6,0—10,0

3. Dobywanie gruntów przy pomocy środków wybuchowych

Niekiedy pokłady skalne można łatwo dobywać przy pomocy kilofów, oskardów lub drągów żelaznych, gdy pokłady te są łupliwe lub zwietrzałe. Gdy pokłady te są zwarte i niezwietrzałe, zastosowanie różnych materiałów wybuchowych do rozsadzania ich staje się niezbędne, aby koszt robót przy dobywaniu nie był zbyt duży.

Pierwszą czynnością przy robotach skalnych jest wybranie odpowiedniego materiału wybuchowego dla projektowanych robót skalnych.

Następne czynności są:

1. wykonanie otworów świdrowych;

2. załadowanie wykonanych otworów świdrowych materiałami wybuchowymi;
3. wywołanie wybuchu;
4. usunięcie rumowiska po rozsadzeniu skały.

1. Materiały wybuchowe, używane przy robotach skalnych

Istnieje wiele materiałów wybuchowych, które można zastosować w zależności od warunków miejscowych (rodzaju skał, stopnia ich zwięzłości, uwarstwienia itp.) oraz od tego, czy mamy na względzie taniość czy szybkość wykonania, bezpieczeństwo robót, czy dążymy do otrzymania wielkich bloków skalnych, czy też materiału więcej rozdrobnionego.

W wielu wypadkach o wyborze materiału wybuchowego decydują próby na gruncie z poszczególnymi materiałami.

Dla porównywania mocy różnych materiałów wybuchowych, ustalone zostały różne konwencjonalne współczynniki mocy. Tak, np. we Francji istnieje następująca skala porównawcza: stosunek objętości otworu, wywołanego przez wybuch 10 gramów danego materiału wybuchowego, do objętości otworu, wywołanego przez wybuch 10 gramów czystego kwasu pikrynowego, stanowi współczynnik mocy danego materiału wybuchowego; oczywiście skala w jednym i drugim wypadku jest identyczna.

a. Czarny proch strzelniczy. Jest odpowiedni do rozsadzania skał miękkich oraz do zakładania min (przy rozsadzaniu większych objętości skał).

Skład czarnego prochu strzelniczego bywa następujący:

Proch:	zwykły:	średni:	silny:
Saletry	62%	70%	75%
Siarki	18%	15%	10%
Węgla	20%	15%	15%
	100%	100%	100%

Wyrabiany bywa w postaci ziaren kulistych o średnicy 6 mm, ziaren kanciastych o średnicy 3—6 mm, wreszcie ziaren drobnych o średnicy 20 mm.

Współczynnik mocy = około 0,45.

Charakterystyczną cechą, utrudniającą niekiedy korzystanie z prochu przy robotach skalnych, jest ta, że zamoczony nie wybuchą.

Proch czarny strzelniczy spala się, wywiązując dużą ilość gazów, przy nagłym ogrzaniu do 270° — 300° C, a przy wolnym ogrzaniu do 450° C. Gdy zapalimy proch na powietrzu, spłonie, nie dając wybuchu; wybuch otrzymamy, gdy spalanie następuje w zamkniętej małej przestrzeni; wtedy prężność gazów dochodzi do 4000—5000 atmosfer; temperatura ich dochodzi do 3000° — 3500° C; objętość gazów równa się około 360 objętości ładunku prochu. Obecnie proch przy robotach skalnych używa się względnie rzadko.

b. Oprócz czarnego prochu strzelniczego niekiedy spotkać się można na robotach skalnych z zastosowaniem prochów specjalnych, jak np. proch chloranowy (skład: chloranu sodu 79%, dwunitrotoluenu 18%, oleju rycynowego 5%; spółczynnik mocy = 0,85; skład ten może być również następujący: chloranu sodu 90%, parafiny 10%, spółczynnik mocy 0,78); może być również zastosowany tzw. proch bezpieczny (skład: 85—90% azotanu amonu i 10—15% domieszek, jak np. naftaliny, siarczanu amonu itp.). Spółczynnik mocy tego ostatniego wynosi 0,78 do 1,13.

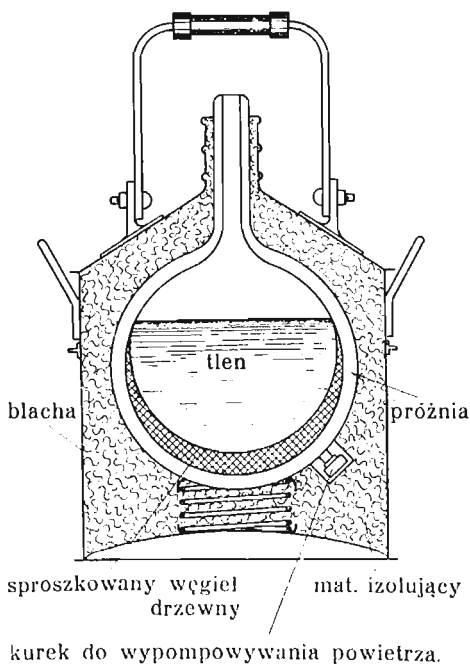
Tego rodzaju materiały wybuchowe są również czułe na wilgoć, ale bezpieczne w przechowywaniu, wytwarzają mało dymu, nieczułe na detonację.

c. Miedziankit — materiał wybuchowy wynalazku Polaka Łaszczyńskiego, zastosowany po raz pierwszy w kopalni miedzi na górze Miedziance w okolicy Kielc; stąd pochodzi jego nazwa. Składa się z 90% chloranu potasu i 10% nafty. Części składowe można przechowywać oddzielnie i mieszać dopiero przed naładowaniem. Prężność gazów czterokrotnie większa, niż czarnego prochu; materiał eksploduje wskutek detonacji; dla jej wywołania potrzebne są specjalne kapiszony lub małe ładunki prochu, eksplodującego tuż obok ładunku miedziankitu.

d. Pyroksylina (bawełna strzelnicza) produkt działania kwasu azotowego, w obecności kwasu siarczanego, na bawełnę. Materiał czuły na detonację, wymaga wielkiej ostrożności; przy robotach skalnych rzadko stosowany.

e. Tlen płynny. Dobywa się go w sposób dość prosty z powietrza, zgęszczając go do 180 atmosfer. Po oczyszczeniu i oziębieniu do -183°C otrzymujemy płynny tlen, dostarczany na miejsce robót w specjalnych naczyniach (rys. 24). Im większe są naczynia, tym mniejsze straty tlenu na ulatnianie i mniejsza procentowo strata na sile naboju. Przy większych robotach skalnych instalacje do otrzymywania płynnego tlenu należy urządzać w pobliżu miejsca robót.

Na miejscu robót do specjalnych otwartych balonów (rys. 25) nalewa się płynnego tlenu i dodaje się powoli materiału adsorbującego (np. sadzy, rozdrobnionego korka, drobnych trocin, torfu itp.); otrzymujemy silny materiał wybuchowy, o sile, równej sile dynamitu o zawartości 40% nitrogliceryny. Nasycanie materiału adsorbującego trwa 12—20 minut, po czym ostrożnie, ale szybko, aby przez ulatnianie

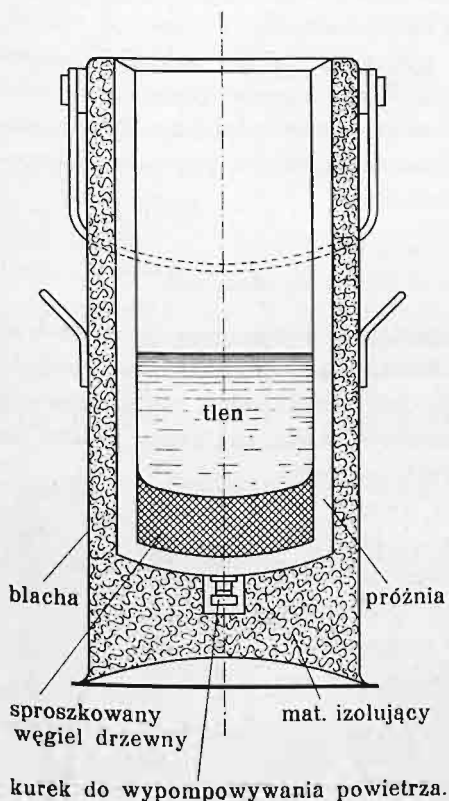


Rys. 24.

się tlenu ładunek nie tracił siły, należy umieścić go w komorze minowej i wywołać wybuch przez detonację, najlepiej przy pomocy prądu elektrycznego i specjalnego pistonu z rżnięcią piorunującą; szybkość jest konieczna, gdyż ładunki—w zależności od ich objętości—wskutek ulatniania się płynnego tlenu, tracą swoją siłę.

Przy przenoszeniu ładunków tlenowych, zawsze w otwartych bańkach (aby nie wytwarzało się w nich duże ciśnienie) oraz w czasie załadowywania komór minowych, trzeba zwracać uwagę, aby w pobliżu nie było iskier (np. od papierosa, lokomotyw czy maszyn parowych) oraz, aby do butli z tlenem nie wpadały obce ciała, mogące dawać połączenie z tlenem przy

wysokiej temperaturze, gdyż mogłoby to spowodować przedwczesny wybuch. Działanie wybuchu patronów z płynnego tlenu ma charakter kruszący; jeżeli więc chodzi o rozbicie bloków skalnych na mniejsze bryły, nie wymagają takie patrony wykonywania otworów świdrowych, jak np. przy zastosowaniu prochu i wystarcza umieszczenie ich wprost na tych blokach.



Rys. 25.

f. Dynamit. Wynaleziony w 1867 r. przez Szweda Nobla, stanowi mieszaninę nitrogliceryny [$C_3H_5(NO_2O_3)$] z domieszkami, które zmniejszają niebezpieczeństwo wybuchów nitrogliceryny bądź od ciepła (przy $180^\circ C$), bądź od uderzeń lub wybuchów, mających miejsce w pobliżu. Jest to materiał o dużej sile wybuchowej, wymagający wielkiej ostrożności przy stosowaniu. Dynamity wyrabiane są o różnej zawartości nitrogliceryny — od 30% do 75% i nawet do 92%. Preparaty te różnią się częściami składowymi obojętnymi (np. ziemia okrzemkowa i inne), od których otrzymują nazwy specjalne.

Zwykle w sprzedaży dynamit znajduje się w postaci wałców o średnicy 30—40 mm i długości 15—20 cm, zawiniętych w papier impregnowany.

Jest to masa podobna do miękkiej żelatyny, dająca się łatwo rozrywać, rozgniatać; pali się bez wybuchu na otwartym powietrzu.

Dynamit nie jest czuły na wilgoć i dlatego może być używany w miejscach wilgotnych lub pod wodą.

Eksplzja ładunków dynamitowych zwykle wywoływana jest przez detonację; opis podany jest dalej.

Spółczynnik mocy dynamitu waha się, w zależności od zawartości gliceryny od 1,55 do 0,70.

Oprócz wyliczonych materiałów, istnieje dużo innych, rzadziej używanych przy robotach skalnych.

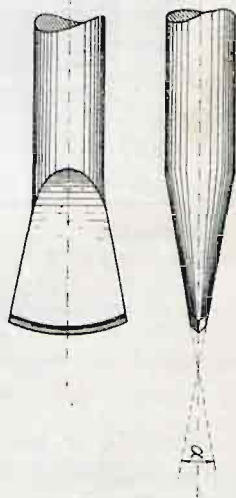
Wybierając te czy inne materiały należy dokładnie zapoznać się z właściwościami ich, aby osiągnąć dodatnie wyniki przy ich stosowaniu i zastosować odpowiednie środki ostrożności; ostatnia uwaga dotyczy również sposobu przewozu i przechowywania materiałów wybuchowych.

2. Wykonywanie otworów świdrowych

Otwory do założenia materiałów wybuchowych mogą być wykonane ręcznie bądź mechanicznie. Ponieważ wykonanie otworów świdrowych do zakładania materiałów wybuchowych stanowi poważną rubrykę kosztów robót skalnych, przeto na wybór sposobów wykonania tych otworów winna być zwrócona należyta uwaga.

W zależności od głębokości otworów wiertniczych dobiera się średnicę: średnica jest większa, im większa jest głębokość otworu; zależna jest zresztą od rodzaju skał. Przy robotach skalnych, głębokość otworów wiertniczych dochodzi do 40 m, a średnica ich waha się od 25 mm do 300 mm.

Przy mniejszej ilości otworów i niewielkiej ich głębokości można zastosować pracę ręczną w sposób następujący: robotnik jedną ręką trzyma świder z bardzo twardej stali zaostzony na końcu w formie rozszerzonego dłuta, aby był wykonywany otwór o średnicy większej, niż sam świder, wyrobiony z pręta okrągłego lub ośmiokątnego średnicy 25 — 30 mm; drugą ręką tenże robotnik uderza po świdrze, ustawionym w kierunku przyszłego otworu i po każdym uderzeniu obraca o pewien kąt.



Rys. 26.

Pracę tę może wykonywać dwóch robotników lub trzech, z których jeden trzyma świder, a drugi lub dwaj pozostali uderzają młotami w świder. Wydajność pracy wtedy jest większa. Ilość roboty wykonywanej w ciągu jednostki czasu (np. godziny) zależy od rodzaju skały. Tak, np. Grenon¹⁾ podaje następujące normy wykonywania ręcznie otworów o średnicy 40 mm w ciągu godziny (otwory pochyłe na dół). (Tablica XII).

Tablica XII

Rodzaj skały	Głębokość otworu, wykonywanego w ciągu godz w m	
	przez 1 robotnika	przez 2 robotników
B. twarde . . .	0,08 do 0,10	0,20 do 0,25
twarde . . .	0,18 do 0,25	0,30 do 0,50
pół twarde . . .	0,40 do 0,50	0,50 do 0,60
miękkie . . .	0,80 do 1,00	0,95 do 1,20
b. miękkie . . .	1,00 do 2,00	1,85 do 2,30

Przy większej ilości projektowanych otworów, dla określenia wydajności pracy przy wykonywaniu otworów, należy przeprowadzać próby, stawiając do roboty doświadczonych robotników.

Miał, jaki tworzy się w otworach przy miażdżeniu kamienia przez świder, wydobywać można albo przemysławiając otwory strumieniem wody, albo usuwając go przy pomocy specjalnych łyżek osadzonych na długim drucie.

Głębokość otworów świdrowych, wykonywanych ręcznie, nie bywa większa niż 1,0—1,5 m; średnica również nie bywa znaczna: dochodzi najwyżej do 50 mm, najczęściej bywa 25—40 mm.

Gdy zachodzi potrzeba wykonania w skałach otworów świdrowych o średnicy i długości większej lub gdy trzeba wykonywać ich większą ilość, należy wtedy używać różnego rodzaju świdrow mechanicznych, poruszanych bądź parą, bądź zgęszczonym powietrzem, bądź elektrycznością.

Ze względu na charakter działania świdry mechaniczne bywają udarowe, obrotowe lub obrotowo-udarowe.

¹⁾ A. Grenon. Perforation mecanique et abatage des roches. 1933.

Pierwsze działają przez uderzenia młotka na świder w postaci dłuta, który jednocześnie obraca się o pewien kąt po uderzeniu młotka mechanicznego; otwór powstaje wskutek miażdżenia skały przez uderzenia dłuta.

Świdry obrotowe z „koronką” ze specjalnej stali lub z „koronką diamentową” (rys. 18); ich opis ogólny podany został wyżej na str. 55; świdry zaś obrotowo - udarowe wykonywują otwory przez częste uderzenia świdra-dłuta i szybki obrotowy ruch ścierający skałę.

Młotek mechaniczny daje do 1200 uderzeń na minutę i waży 18—20 kg; otwory mogą być wykonywane do 3—4 m głębokości.

Przy głębokościach do 6—7 m używane są cięższe świdry; waga ich dochodzi do 150 kg; ustawiane są na ciężkich trójnogach; młotki dają do 600 uderzeń na minutę; świdry są przedłużane w miarę zagłębiania się ich w skałę.

Miał wytwarzany w otworach wymywa się najczęściej strumieniem wody pod ciśnieniem, doprowadzonej przez otwór wydrążony wzdłuż osi świdra.

Szczegóły konstrukcji świdrów mechanicznych pomijamy; jest to obecnie poważna specjalność techniki.

Gdy trzeba wykonać otwory głębsze i większej średnicy, używane są ciężkie świdry udarowe, ustawiane na specjalnych rusztowaniach, przedłużane w miarę wykonywania otworów, poruszane silnikami.



Rys. 27a: Świder mechaniczny „Demag” na trójnogu o skoku tłoka 75 — 60 mm i wadze 42 — 81 kg, porusz. spręż. powietrzem.

Przy dobrze dobranych świdrach mechanicznych, nazywanych często perforatorami, wydajność pracy mierzona w m. bież. wykonanych otworów zależy: a) od średnicy wykonywanego otworu i b) od rodzaju skały.

Istnieją tablice dla wydajności różnych świdrów mechanicznych.



Rys. 27b: Świder mechaniczny „Demag” mniejszy, zastosowany jako łopata do do-
bywania gruntów cięższych: skok tłoka
105 mm; ilość uderzeń na minutę 1370,
porusz. sprężonym powietrzem do 5 atm.

Tak, np. dla świdra mechanicznego o wadze ok. 18 kg wydajność pracy na godz. może być przyjęta według tablicy XIII.

Naturalnie, przy określaniu potrzebnej przeciętnej wydajności świdrów mechanicznych pewnego typu, w konkretnych wypadkach dla danego rodzaju skał należy przeprowadzić próbne wiercenia przez wykwalifikowanych robotników.

Przy stosowaniu świdrów mechanicznych należy zwrócić uwagę, aby obsługa była wykwalifikowana; należy również pamiętać o zorganizowaniu na robotach umiejętnego ostrzenia i hartowania świdrów.

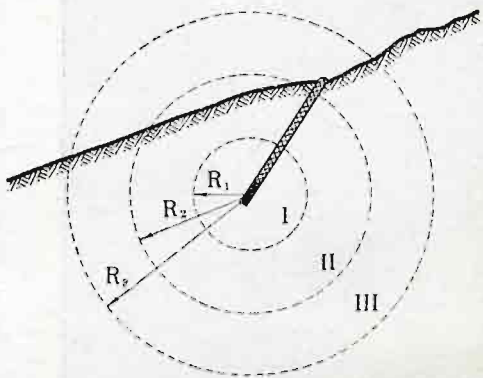
Tablica XIII

Dla skał:	Przy średnicy otworu:	
	40 mm	30 mm
Bardzo twardych .	1,80 do 2,25 m. bież.	2,75 do 3,50 m. bież.
twardych .	3,0 do 4,0 „	6,50 do 8,0 „
pół twardych .	4,5 do 5,5 „	8,0 do 10,0 „
miękkich .	8,0 do 10,0 „	16,0 do 20,0 „

3. Głębokość otworów wiertniczych, ich gęstość oraz wielkość naboju materiałów wybuchowych

Różne materiały wybuchowe wywołują różny skutek, zależny od charakteru działania tych materiałów.

Każdy ładunek materiału wybuchowego, założony w otworze wiertniczym, wywołuje zmiążdżenie skały w pewnym promieniu od środka ładunku (sfera I o prom. R_1 na rys. 28); dalej skała jest rozbita na niewielkie bryły i rumowisko i może być łatwo wzruszana przy pomocy drągów, kilofów itp. (sfera II o prom. R_2), wreszcie w sferze III o prom. R_3 mamy włoskowate pęknięcia skały; nie można skały z tej sfery usunąć, gdyż nie jest dostatecznie rozbita na rumowisko.



Rys. 28.

Sztuka dobywania skał polega na tym, aby przy pewnej szybkości wykonania robót, koszt ich był możliwie mały.

Na koszt ten składają się następujące pozycje:

1.	Koszt materiałów wybuchowych, stanowi		
	przeciętnie	60 ¹ / ₀	kosztu robót
2.	„ robocizny	15 ⁰ / ₀	„
3.	„ pracy silników (kompresorów)	7,5 ¹ / ₀	„
4.	„ materiałów różnych	6,5 ⁰ / ₀	„
5.	„ świrdrów mechanicznych	6,0 ¹ / ₀	„
6.	„ różnych wydatków	5,0 ⁰ / ₀	„
		<hr/>	
	Razem	100 ⁰ / ₀	„

Podane koszty poszczególnych pozycji w ⁰/₀ ogólnych kosztów są orientacyjne dla przeciętnych warunków, w rzeczywistości — zależnie od warunków miejscowych — mogą się wahać w szerokich granicach.

Aby osiągnąć minimum kosztów robót, kierując się danymi z praktyki, należy dla projektowanych robót dobrać odpowiednie materiały wybuchowe, głębokość otworów świdro-

wych i ich średnicę, dobrać do tych wymiarów odpowiednią wielkość ładunków materiałów wybuchowych.

Przy większych robotach skalnych może być ekonomiczniejsze i szybsze zastosowanie komór minowych, wyżłobionych w skale nieraz na większych głębokościach pod powierzchnią wydobywanej skały; w takich komorach ładunki materiałów wybuchowych mogą być znaczne.

Przy wyborze materiału wybuchowego kierujemy się z jednej strony ich siłą i charakterem działania, z drugiej strony — ceną.

Np. co do siły działania, można dla ogólnej orientacji przyjąć następujące współczynniki porównawcze:

Dla dynamitu bardzo silnego	1,0
Dla dynamitu siły przeciętnej	1,5
Dla dynamitu słabego	2,5
Dla prochu czarnego strzelniczego	4,0

Co do charakteru działania jedne materiały, jak np. czarny proch strzelniczy, odznaczają się tym, że stosunkowo małą ilość skały miażdżą i przeważnie rozsadzają ją na większe bryły, gdy inne, jak np. dynamit, działają miażdżąco: otrzymujemy przy nich większą ilość skały pokruszonej na drobne kawałki.

Ilość zużywanego materiału wybuchowego na 1 m³ dobytej skały zależna jest od umiejętności prowadzenia robót skalnych i od miejscowych warunków.

Przeciętnie można przyjąć na 1 m³ robót skalnych 0,2—0,3 kg prochu strzelniczego; przy budowie Kanału Panamskiego zużyto 0,4 kg dynamitu 63-procentowego; przy budowie zbiornika wodnego w Schwarzenberg w Niemczech zużyto 0,4—0,45 kg płynnego tlenu. Ilości powyższe mogą być znacznie wyższe, gdy roboty są wykonywane w warunkach trudnych i, odwrotnie, znacznie niższe, gdy warunki wykonania są korzystne, zwłaszcza przy większych ilościach robót.

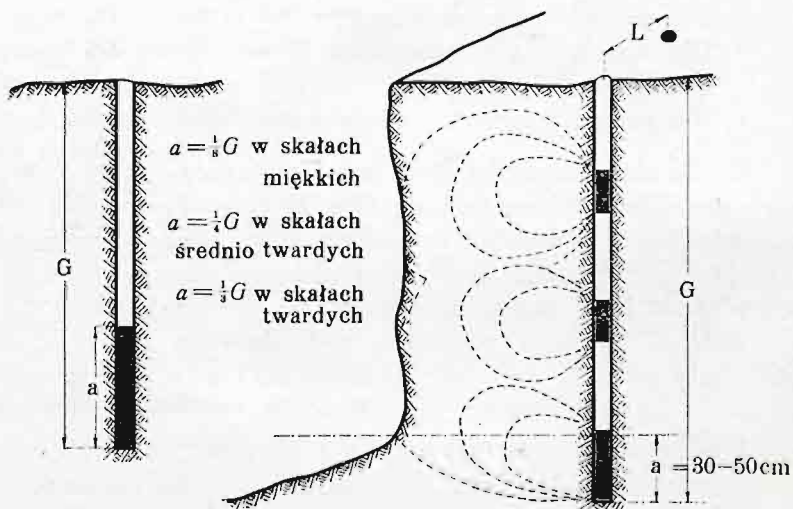
Cen materiałów wybuchowych, jako niestających, przytaczać nie będziemy; należy podkreślić, że są one zależne od ilości ich zużycia: przy dużych ilościach zawsze można osiągnąć poważną redukcję cen.

W literaturze specjalnej można znaleźć przeciętną wydajność działania 1 kg poszczególnych materiałów wybuchowych;

np. dla добыcia 1 m³ skały potrzebna ilość dobrego materiału wybuchowego wynosi ¹⁾):

dla bazaltu, diabazu itp.	0,480 kg
„ porfiru	0,450 „
„ piaskowca	0,280 „
„ łupku	0,285 „
„ twardego wapienia lub granitu	0,300 „
„ granitu miękkiego lub wapienia średniej twardości	0,250 „
„ dolomitu	0,380 „

Powyższe normy są przeciętne. Przy umiejętnie prowadzonych robotach skalnych można je nawet zmniejszyć do połowy, ale będzie to wydajność wyjątkowa.



Rys. 29.

Rys. 30.

Głębokość otworów świdrowych zależy od rodzaju robót skalnych, ich ilości i powierzchni terenu.

Jeżeli skała dobywana odsłonięta jest z jednej strony (rys. 29), ładunek materiału wybuchowego winien zajmować część otworu $a = \frac{1}{8}, \frac{1}{4}$ lub $\frac{1}{3}$ głębokości otworu G , w zależności od twardości skał; z drugiej strony praktyka podaje nam wagę

¹⁾ A. Grenon. Perforation mecanique et abatage des roches. 1933.

ładunku materiału wybuchowego w zależności od jego rodzaju i głębokości otworu według wzoru empirycznego:

$$C = k \cdot G^3,$$

w którym:

C — waga ładunku materiału wybuchowego w kg ,

G — głębokość otworu w m ,

k — współczynnik: przy materiałach wybuchowych słabych $k = 0,35$ do $0,70$; przy silnych $k = 0,10$ do $0,20$.

Z powyższych danych praktyki można wywnioskować, jaka potrzebna będzie średnica otworu przy pewnej głębokości otworu i przy danym materiale wybuchowym. Inny wzór doświadczalny podaje nam potrzebną wagę ładunku w sposób następujący:

$$C = k \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot G^2 \cdot \sqrt[3]{\frac{d}{3}}.$$

We wzorze tym:

C — waga ładunku materiału wybuchowego w kg ,

G — głębokość otworu w m ,

d — średnica otworu w mm ,

k — współczynnik, charakteryzujący warunki terenowe do-
bywanej skały, a mianowicie:

$k = 0,90$ — przy dwóch powierzchniach odsłoniętych;

$k = 0,70$ — przy trzech " "

$k = 0,50$ — przy czterech " "

$k = 0,25$ — przy pięciu " "

k_1 — współczynnik, charakteryzujący materiał wybuchowy:

$k_1 = 1,25$ do $0,70$ dla dynamitu od 40% do 80% ;

$k_1 = 1,50$ do $1,25$ dla innych mat. wybuchowych;

$k_1 = 1,70$ — dla prochów specjalnych dla robót skal-
nych;

$k_1 = 2,0$ — dla czarnego prochu skompresowanego;

$k_1 = 2,5$ — dla czarnego prochu w ziarnach;

k_2 — współczynnik efektu wybuchu:

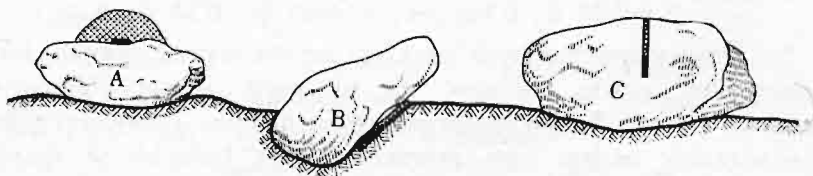
$k_2 = 1,3$ — dla skał bardzo twardych;

$k_2 = 0,6$ do $0,9$ — dla skał twardych;

$k_2 = 0,45$ do $0,60$ — dla wapieni;

$k_2 = 0,35$ — dla wapieni miękkich.

Gdy mamy sytuację dobywanej skały, jak na rys. 30 (dwie powierzchnie odsłonięte), obliczony dla danej głębokości i średnicy ładunek możemy dla większego efektu podzielić na kilka części, jak to wskazano na rysunku. Praktyka podaje nam również, że odległość L (rys. 30) pomiędzy sąsiednimi otworami świdrowymi nie jest obojętna dla osiągnięcia najlepszego rezultatu i musi być określona doświadczalnie.

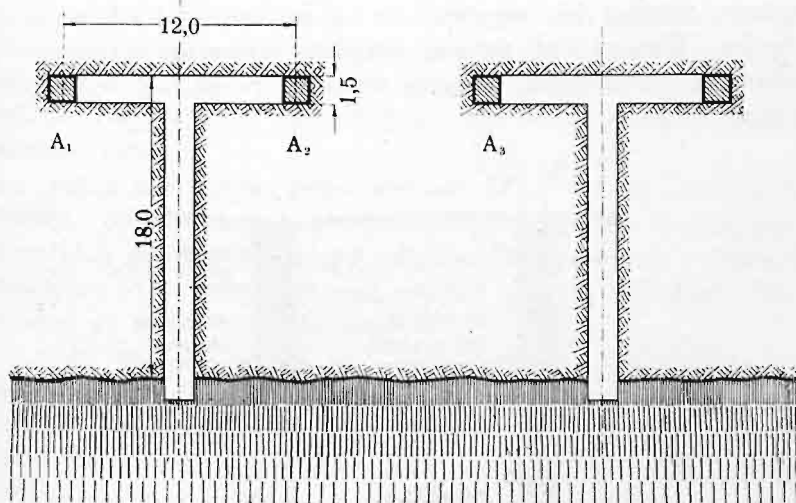


Rys. 31.

Gdy skała znajduje się w postaci oddzielnych bloków, zadanie jest ułatwione, ponieważ w razie użycia materiału wybuchowego o charakterze miażdżącym (np. dynamitu), wystarczy na wierzch bloku położyć ładunek i przykryć go „bochenkiem” z plastycznej gliny (rys. 31A) lub też podłożyć pod blok w otwór wykonany w ziemi (rys. 31B); przy użyciu zaś materiału o charakterze rozrywającym (np. czarnego prochu) należy wykonać otwór i załadować odpowiedni ładunek (rys. 31C).

Zamiast otworów świdrowych, w razie potrzeby wykonania robót skalnych na wielką skalę, stosowane być mogą szyby minowe (rys. 32) o wymiarach takich, aby w nich robotnicy mogli swobodnie dobywać i usuwać skałę (np. $1,5 \times 1,5 \text{ m}$); aby umieścić większą ilość materiału wybuchowego, szyby mogą być przy końcu rozdwojone, a komory minowe (w p. A_1, A_2, A_3 itd.) mogą być pędzone pionowo i napełniane materiałem wybuchowym w ilości potrzebnej dla osiągnięcia najlepszego efektu.

Przy większych robotach nie należy polegać na danych zebranych w literaturze technicznej, które winny służyć jedynie jako materiał orientacyjny dla przybliżonego określenia wymiarów otworów świdrowych, czy też szybów i komór minowych oraz wielkości ładunków materiałów wybuchowych; w tych wypadkach należy przeprowadzić szereg wybuchów próbnych.



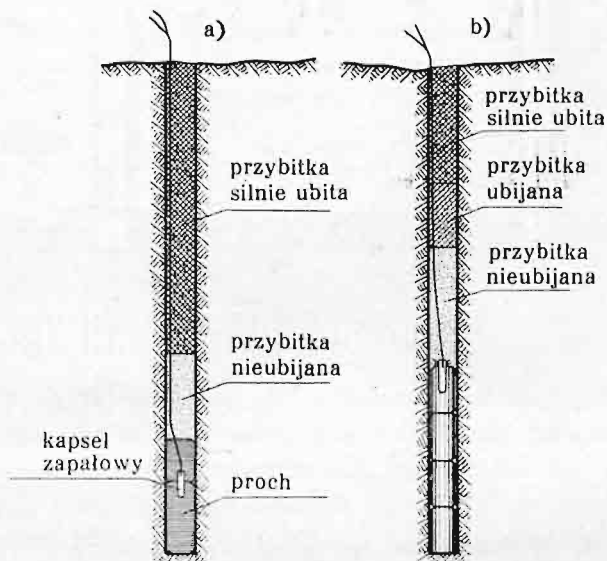
Rys. 32.

4. Załadowanie materiałów wybuchowych

Gdy do otworu wiertniczego mamy załadować ładunek prochu strzelniczego, należy otwór ten dokładnie wysuszyć, o ile jest mokry, i następnie wsypać połowę ładunku prochu lub też włożyć połowę patronów, o ile proch mamy sprasowany w patronach (zwykle tekturowych); po czym umieszczamy przyrząd zapalowy (p. str. 78 i nast.), przy pomocy którego wywołany będzie wybuch ładunku, i dajemy drugą połowę ładunku; przy pomocy drewnianego pręta dajemy przybitkę z pakul, gałki ugniecionego papieru itp., zasypujemy otwór ziemią z lekka ubijając, wreszcie z wierzchu dajemy przybitkę z silnie ubitej ziemi; dobrze jest dla tego celu zastosować ugniecioną plastyczną glinę (rys. 33a).

Gdy mamy do czynienia z dynamitem (rys. 33b) zwykle stosujemy go w postaci niewielkich walców, owiniętych w papier impregnowany; walce te umieszczamy w otworze świdrowym, ostrożnie zasuważając przy pomocy pręta drewnianego; na wierzchu dajemy patron dynamitu, w który wetknięty specjalny

kapiszon detonacyjny wywołuje w odpowiedniej chwili wybuch ładunku. Ostatni ten patron dynamitu ostrożnie zasypujemy ziemią, a na wierzchu dajemy szczelną przybitkę, np. z plastycznej gliny.



Rys. 33.

Jeżeli stosujemy komory minowe (rys. 32), należy pamiętać o szczelnym zasypaniu sztolni i stworzeniu „przybitki”, aby gazy wytwarzane w czasie wybuchu nie miały ujścia na zewnątrz.

5. Przyrządy zapalowe i wywoływanie wybuchu

Stosunkowo łatwe i proste jest wywoływanie wybuchu prochu strzelniczego. Wystarczy, aby iskra dostała się do prochu. W tym celu najczęściej stosowany jest tzw. sznur zapalowy Bickforda, składający się z rurki bawełnianej, wypełnionej masą mogącą się palić powolnie bez dostępu powietrza; masa taka zwykle składa się z tartego prochu strzelniczego, siarki, saletry i innych domieszek. Pali się powoli: ogień wewnątrz rurki posuwa się z szybkością od 60 do 200 sekund

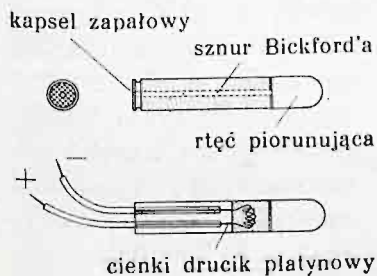
na długości jednego metra. Długość sznura zapalowego (od końca umieszczonego w ładunku prochu do końca zapalnego) winna być tak dobrana, aby robotnik zapalający sznur miał możliwość oddalić się na odległość bezpieczną od otworu świdrowego.

Jeżeli chcemy wywołać wybuch kilku lub kilkunastu ładunków, długość każdego sznura dobieramy tak, aby wybuch wszystkich ładunków nastąpił możliwie jednocześnie, a robotnik zapalający sznur miał możliwość usunąć się na odległość bezpieczną, po zapaleniu ostatniego sznura.

Gdy nie mamy sznura zapalowego możemy zastosować cienką rurkę szklaną wypełnioną spreparowaną masą, jaką wypełniony jest wewnątrz sznur Bickforda; wymaga to jednak umiejętności w preparowaniu masy; masę tę w rurce zapala się przy pomocy kawałka sznura nasiarkowanego, wetkniętego w wystający z otworu świdrowego koniec rurki szklanej; taki sznur nasiarkowany może powoli tlić się nawet na silnym wietrze.

Można również ładunki prochu zapalać przy pomocy nabywanych w handlu pistonów lub kapiszonów zapalowych z rtęci piorunującej ($C_2 N_2 O_2 Hg$).

Kapiszon taki (rys. 34) eksploduje, będąc ogrzany przez ogień sznura zapalowego Bickforda lub przez prąd elektryczny, przepuszczony za pomocą zwykłej maszyny indukcyjnej idwóch izolowanych drutów; druty te są zakończone w pistonie cien-

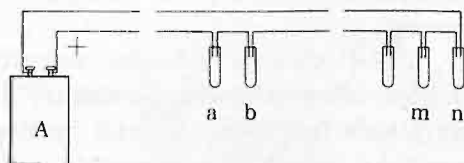


Rys. 34.

kim drucikiem platynowym, który pod wpływem prądu nagrzewa się i wywołuje wybuch rtęci piorunującej; niekiedy druciki izolowane na końcach, znajdujących się w kapiszonie, są obnażone z izolacji i ustawione na takiej odległości, aby przez te końce mogła przeskakiwać iskra elektryczna i wywoływać wybuch rtęci piorunującej w pistonie.

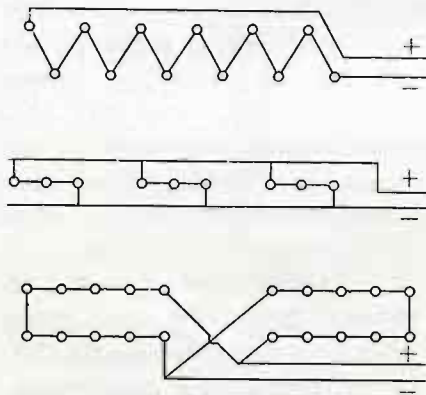
Gdy mamy do czynienia z dynamitem i podobnymi mu materiałami wybuchowymi, wybuchy ich łatwiej wywołać przez detonację, tj. przez wybuch w pobliżu. W tym celu mogą być

stosowane bądź małe ładunki prochu, umieszczane bezpośrednio na patronach dynamitowych lub tym podobnych materiałach wybuchowych i zapalane przy pomocy sznura zapalowego, bądź też mogą być stosowane opisane wyżej pistony czy kapsle zapalowe, wetknięte w masę materiału wybuchowego i zapalane za pomocą sznura Bickforda lub przy pomocy prądu elektrycznego.



Rys. 35.

Gdy mamy szereg ładunków do zapalenia jednoczesnego, ze względu na bezpieczeństwo ludzi, zajętych przy zapalaniu



Rys. 36.

ładunków oraz ze względu na większy efekt, jaki osiąga się przy jednoczesnym wybuchu większej ilości ładunków, praktyczniejsze jest użycie prądu elektrycznego do zapalania ładunków. Druty (rys. 35) od źródła prądu A (np. zwyklej maszyny indukcyjnej) można łączyć z poszczególnymi ładunkami materiału wybuchowego bądź szeregowo (jak na rys. 35), bądź też w inny sposób,

zapewniający przepływ prądu przez kapsle z rtcia pionującą, np. według schematów rys. 36.

4. Pługi do robót ziemnych

Grunty o małej zwięzłości, jak piasek, grunty piaszczyste, żwir, nie wymagają uprzednio spulchnienia i mogą być bezpośrednio dobywane przy pomocy różnych narzędzi, przyrządów i maszyn, natomiast grunty o większej zwięzłości, jak zbite

grunty piaszczysto-gliniaste, gliny, czarnoziem, a zwłaszcza grunty pokryte mocną darnią lub przerośnięte korzeniami, muszą być uprzednio spulchnione przy pomocy specjalnych pługów przystosowanych do robót ziemnych.

Przy gruntach lżejszych, pokrytych niezbyt mocną darnią, można zastosować zwykłe pługi rolnicze, lepiej jednak zasto-

sować pługi specjalne, ciągnięte przez jedną lub kilka par koni.

Pług do robót ziemnych różni się tym, że uchwyt do utrzymywania w równowadze jest u tych

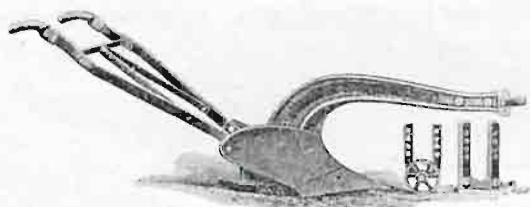
pługów dłuższy, niż u pługów używanych w rolnictwie, aby można było mniejszym wysiłkiem rąk utrzymywać pług w równowadze.

W zależności od rodzaju gruntów, używane są dwa typy pługów do robót ziemnych.

Pierwszy typ (rys. 37) używa się do gruntów lżejszych; wymaga siły pociągowej 2 — 4 koni. Aby regulować głębokość spulchnienia z przodu przyczepiane są specjalne kółka lub saneczki, widoczne na rysunku. Lemiesz ze stali wysokiego gatunku zbudowany jest zwykle znacznie mocniej, niż w pługach rolniczych.

Dla cięższych gruntów kamienistych, mocnych gliniastych lub gruntów przerośniętych korzeniami używane są pługi o konstrukcji nieco odmiennej (rys. 38).

Widzimy tu lemiesz w postaci kilofa o dwóch końcach zaokrąglonych; można go obrócić, gdy jeden koniec zedrze się



Rys. 37.



Rys. 38.

w czasie robót; można ten lemiesz łatwo wymienić, gdy się stanie zupełnie niezdatny do dalszej pracy. Pług taki, w zależności od rodzaju gruntu, wymaga większej siły pociągowej — 2 i więcej par koni.

Gdy zachodzi potrzeba stosowania większej ilości koni, korzystniejszym może okazać się zastosowanie, jako siły pociągowej, traktora, który ciągnąć może od razu po kilka pługów.

Jeżeli wzruszony, przy pomocy pługów, grunt tworzy spore grudy, można je rozbić przy pomocy bron talerzowych, używanych w rolnictwie.

5. Łopaty konne i traktorowe

Łopaty konne

Są to narzędzia ciągnięte przy pomocy koni lub mułów, rzadziej przy pomocy wołów roboczych, służące do dobywania ziemi, zwłaszcza o mniejszej zwężłości, i jednocześnie do przewożenia jej na niewielką odległość.

Łopaty te bywają kilku typów. Najmniejszy typ przedstawiony jest na rys. 39a.



Rys. 39a.

Ten typ łopaty używa się wtedy, gdy zachodzi potrzeba przesunięcia ziemi na stosunkowo niewielką odległość 20—40 m. Są one ciągnięte przez jednego lub dwa konie; zbudowane są z blachy stalowej. Gdy trzeba nabrać ziemi, robotnik unosi do góry drewniane rękojęcie, umocowane z boków łopaty; wtedy ostrze, opierając się o ziemię pod kątem ostrym, przy ruszeniu zaprzęgu wrzyna się w ziemię i łopata wypełnia się ziemią, zeskrobując ją w czasie ruchu. Gdy łopata jest wypełniona, rękojęcie opuszcza się ku ziemi i łopata może być wleczona.

Gdy zostanie ona zawleczona na miejsce przeznaczenia, robotnik unosi rękojeście ku górze; wtedy nóż łopaty zaczepia o ziemię, łopata się przewraca, wysypując zawartość (rys. 39b); w tym położeniu może być przeciągnięta z powrotem do miejsca dobywania ziemi.

Objętość łopat: małych — na jednego konia — 0,08—0,09 m^3 ; większych — na dwa konie — 0,10—0,20 m^3 .



Rys. 39b.

W rzeczywistości nigdy łopata całkowicie się nie wypełni; przeciętne jej załadowanie można przyjąć na 50% nominalnej objętości.

Mocna i z dobrego materiału zbudowana łopata może wytrzymać pracę w ciągu 300—350 dni roboczych, po czym staje się zupełnie niezdadną do użytku, gdyż dno i boki zupełnie się wycierają i niewiele pomaga przypawanie łat; niewiele również wpływają na przedłużenie życia łopaty płozy z płaskownika przynitowane do spodu łopaty. Dla orientacji o wydajności pracy łopat konnych służyć może tablica XIV.

Tablica XIV

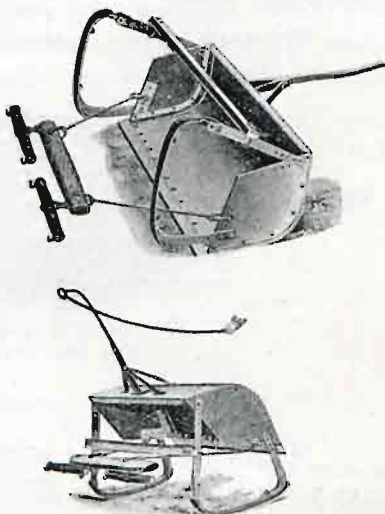
Objętość łopaty w m^3	Odległość przewozu w m	Wydajność $m^3/godz$ w zależn. od rodzaju gruntu
0,14	15	4,1—4,6
0,14	25	2,5—3,9
0,20	15	4,5—5,1
0,20	25	3,2—3,6

Drugi typ łopat konnych stanowią łopaty, przedstawione na rys. 40.

Ten typ łopaty konnej wyrabiany jest w kilku wielkościach od 0,25 do 0,5 m³ objętości teoretycznej. Niezbędna siła pociągowa 2 — 4 konie. Do miejsca dobywania ziemi łopata ta jest wleczona na płozach (rys. 40); gdy dojedzie na miejsce, przez pociągnięcie za uchwyt, oznaczony na rysunku, przewraca się; wtedy nóż zagłębia się w ziemię; zagłębienie reguluje się za pomocą tegoż uchwytu; po napełnieniu łopaty ziemią uchwyt opuszcza się na dół; wtedy nóż unosi się ku górze i łopata może być zawleczona wraz z ziemią na miejsce wyładunku.

Łopaty tego typu dobrze nadają się do gruntów gliniastych; są dogodne do pracy w przekrojach odcinkowych; kalkulują się zwykle przy odległościach 40—50 m i niekiedy większych.

Wydajność pracy ich podana jest w tablicy XV.



Rys. 40.

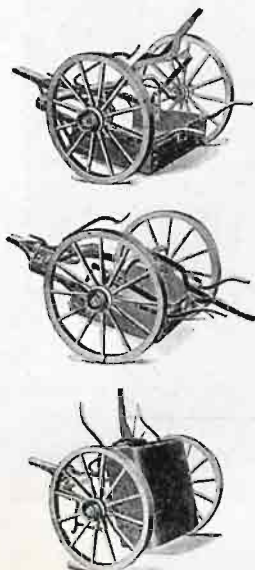
Tablica XV

Objętość łopaty w m ³	Odległość przewozu w m	Wydajność pracy (w zależn. od rodzaju gruntu) w m ³ /godz
0,33	50	5,6—6,3
0,33	75	4,4—4,9
0,50	75	6,3—7,0
0,50	100	5,1—5,5

Trzeci typ łopat konnych przedstawiony jest na rys. 41. Łopaty tego typu zaopatrzone są w wózek dwukołowy dla ułatwienia przewożenia ziemi na większą odległość; wyrabiane są

w kilku wielkościach, o objętości teoretycznej 0,25 do 0,60 m³. Niezbędna siła pociągowa od 2 do 4 koni; przy większych podczas ładowania należy doprzęgać dodatkowo parę koni.

Dla manipulowania taką łopatą z tyłu urządzony jest uchwyt; jeżeli robotnik uniesie go nieco ku górze, łopata opuści



Rys. 41.

się i przy pomocy noża zacznie zeskrobywać ziemię; można regulować zagłębienie noża w gruncie przez uniesienie ku górze rękojeści, przymocowanych do boków łopaty. Gdy łopata nabierze ziemi dostateczną ilość, wystarczy naciśnięcie uchwytu ku ziemi, aby łopata uniosła się na 10 — 12 cm ponad powierzchnię terenu i mogła być przewieziona do miejsca wyładowania, gdzie znowu wystarczy pochylenie uchwytu naprzód, aby łopata się opuszczała, zaczepiła nożem o ziemię pod kątem większym, niż podczas ładowania, przewróciła się i wyładowała zawartość.

Ponieważ przewozimy dobytą ziemię przy użyciu tego typu łopaty na kołach, przeto odległość przewozu, przy której kalkulować się może taka łopata, jest większa, niż przy użyciu pierwszych dwóch typów łopat i wynosić może do 180 m.

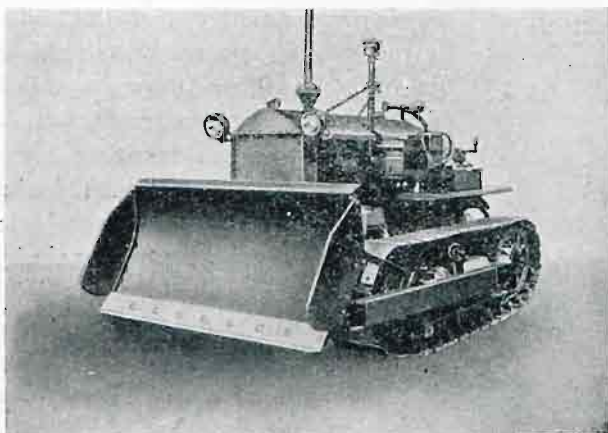
Wydajność tego typu łopaty konnej podana jest w tablicy XVI.

Tablica XVI

Objętość łopaty w m ³	Odległość przewozu w m	Wydajność pracy (w zależn. od rodz. gruntu) w m ³ /godz
0,25	75	2,6—3,0
0,25	100	2,2—2,5
0,50	75	4,8—5,4
0,50	100	3,8—4,3
0,50	150	2,5—2,9

Łopaty traktorowe

W ostatnich czasach zjawily się łopaty przystosowane do pracy przy pomocy traktorów (rys. 42, 43, 44); objętość [ich



Rys. 42.



Rys. 43.

bywa od $0,25\text{ m}^3$ do $2,0\text{ m}^3$; niekiedy są tak urządzone, że kierowca traktora jednocześnie może wyładowywać lub naładowywać łopatę.



Rys. 44.

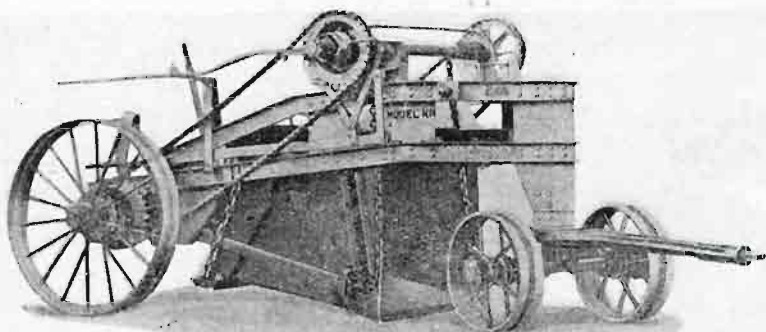
Najkorzystniejsza odległość przewozu ziemi przy pomocy takich łopat: 400 — 500 m. Wydajność pracy takich łopat podana jest w tablicy XVII¹⁾.

Tablica XVII

Odległość przewozu w m	Ilość łopat ciągnionych przez traktor					
	jedna		dwie		trzy	
	objęt. jednej łopaty		objęt. jednej łopaty		objęt. jednej łopaty	
	0,5 m ³	1,0 m ³	0,5 m ³	1,0 m ³	0,5 m ³	1,0 m ³
100	33 m ³	57 m ³	52 m ³	90 m ³	77 m ³	131 m ³
200	18 „	32 „	32 „	55 „	49 „	81 „
300	12 „	22 „	22 „	40 „	34 „	59 „
400	9 „	17 „	17 „	31 „	27 „	46 „
500	8 „	15 „	15 „	26 „	22 „	38 „

Wreszcie bywają łopaty traktorowe na podwoziu cztero-kołowym (rys. 45), o objętości od 0,50 do 1,20 m³.

¹⁾ Sidorow. Mechanizacja ziemlanych robot.



Rys. 45.

Organizacja robót przy użyciu łopat konnych lub traktorowych

Ma ona wpływ pierwszorzędny na wynik robót. Roboty winny być organizowane grupami po kilka łopat konnych lub po kilka traktorów, każdy z odpowiednią ilością łopat dostosowanych do miejscowych warunków.

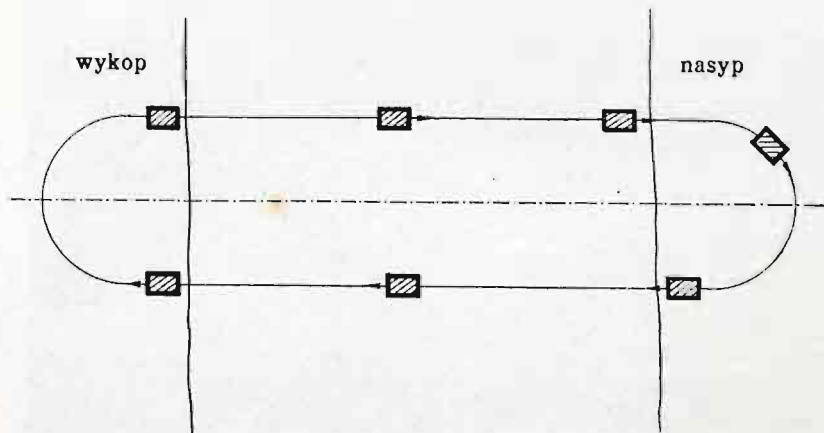
Siła pociągowa — konie lub traktory — w zależności od rodzaju gruntów, winna być możliwie dokładnie dobrana do łopat za pomocą obliczeń siły pociągowej i oporów, jakie przy pracy łopat w różnych rodzajach gruntów będą się wytwarzały. W razie potrzeby do każdej grupy łopat (brygady) winna być dobrana odpowiednia ilość pługów tak, aby uprzednie wzruszanie* powierzchni terenu, niezbędne w pewnych wypadkach, nie powstrzymywało pracy łopat.

Wreszcie trzeba do takich brygad wyznaczyć potrzebną ilość różnych kategorii robotników: woźniców do koni, robotników do naładowywania (w wykopie) i wyładowywania (w nasypie), robotników do kierowania pracą pługów itd.

Poza tym roboty, które mają być wykonane, winny być oznaczone na gruncie, a brygady łopat konnych czy traktorowych ustawione tak, aby były ciągle w ruchu i wykonywały drogę od wykopu do nasypu w cyklu zamkniętym jedne za drugimi w takich odległościach, aby przystanki przy naładowywaniu i wyładowywaniu (rys. 46) nie wywoływały zamętu i słóczenia zaprzęgów lub traktorów.

Nie należy również zapomnieć o konieczności kontroli brygad przez dozorców, obznajmionych z robotami ziemnymi.

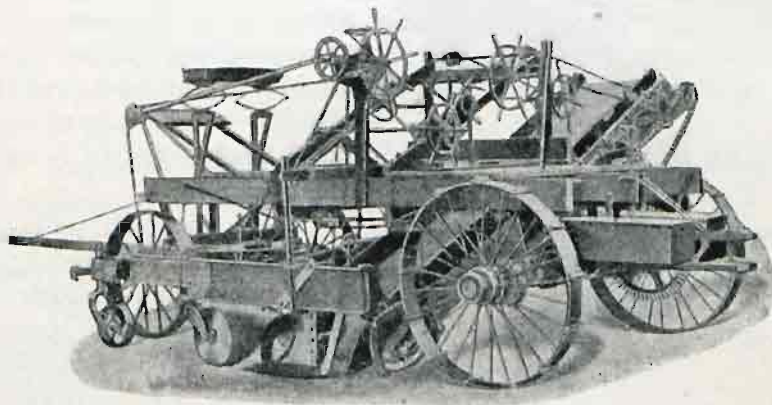
W Polsce wykonywanie robót ziemnych przy pomocy łopat konnych lub traktorowych rzadko się stosuje. Tłomaczy się to trudnością otrzymania i drożyzną sprzętu, jak również konserwatywnym panującym wśród sfer technicznych kierowniczych.



Rys. 46.

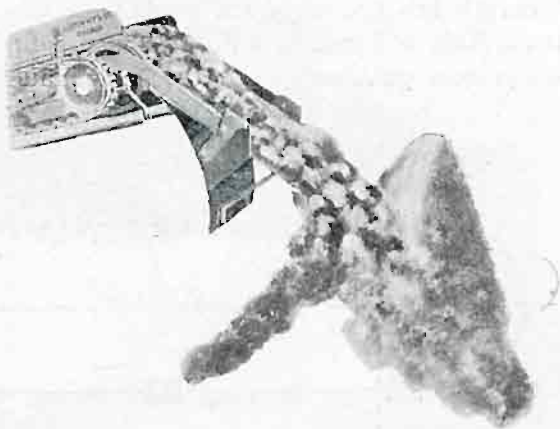
6. Dragi ziemne

Ten typ maszyn (rys. 47) może przy ich ruchu postępowym dobywać ziemię i jednocześnie przesuwać w kierunku

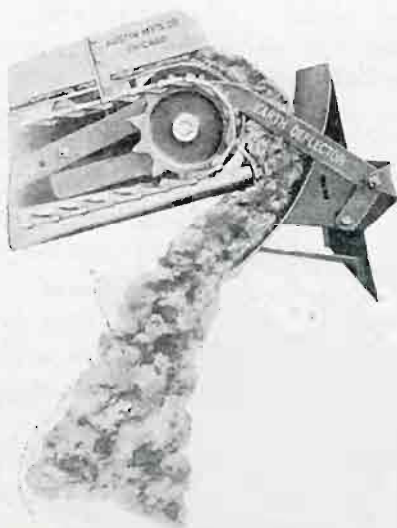


Rys. 47.

poprzecznym na odległość 7—10 m. Maszyna ta składa się z mocno zbudowanego podwozia żelaznego, do którego z boku przymocowany jest mocny lemiesz (pług), który przy ruchu postępowym dragi ziemnej zoraną skibę dość dużych wymiarów (szerokości do 30 cm i głębokości do 15 cm) narzuca na będący w ruchu pochylony elewator w postaci pasa z płótna gumowanego bez końca, naciągniętego na wałkach; elewator ten porusza się przy pomocy systemu kół zębatach, połączonych z osiami podwozia i dlatego jest uzależniony od ruchu podwozia, bądź też otrzymuje



Rys. 48a.



Rys. 48b.

bezpośredni napęd od specjalnego niewielkiego silnika spalinowego, ustawionego na podwoziu. Elewator pochylony jest do poziomu pod kątem 20° — 30° i może zrzucić ziemię za pomocą specjalnego przyrządu (deflektora) (rys. 48a i b) w granicach pewnego pasa (2 — 3 m), tworząc wały ziemi, równoległe do tworzonego wykopu.

Gdy zachodzi potrzeba transportowania wydobytej ziemi w kierunku podłużnym, ziemia przesunięta za pomocą elewatora w kierunku podłużnym, może być zsypywana

z elewatora na wozy konne (specjalne typy) lub samochody ciężarowe.

Przewóz podłużny ziemi musi być w tym wypadku dobrze zorganizowany, aby ziemia z elewatora w całości była zabierana przez wozy i aby pracy dragi ziemnej nie trzeba było przerywać (rys. 49).



Rys. 49.

Jako siła pociągowa, może być użyty zaprzęg konny w 8 lub 12 koni, przy tym kilka koni może być zaprzężonych z tyłu maszyny; konie te popychają maszynę. Ponieważ przy wielokonnym zaprzęgu siła pociągowa koni nie jest dostatecznie wykorzystywana, przeto racjonalniejsze i w wielu wypadkach tańsze jest zastosowanie traktora, przystosowanego do ruchu po miękkim gruncie; najlepiej do tego celu nadaje się traktor gąsienicowy (czołgowy).

Szybkość ruchu dragi ziemnej wynosi do $2,5 \text{ km/godz.}$ Wydajność pracy bywa $50\text{--}60 \text{ m}^3/\text{godz.}$, zresztą zależy od warunków miejscowych i od nieprzewidzianych przerw w pracy maszyny.

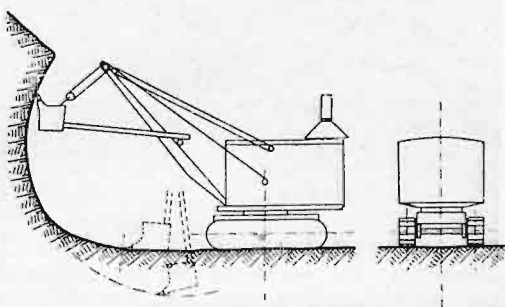
Najlepsze warunki są wtedy, gdy grunt piaszczysty lub gliniasty nie zawiera kamieni i nie jest przerośnięty grubszymi korzeniami itp.

Zbyt sypkie piaski lub grzaskie gliny nie są odpowiednimi gruntami do pracy drag ziemnych.

Do robót ziemnych, jakie korzystnie jest wykonywać przy pomocy drąg ziemnych, należą roboty ziemne w miejscowościach płaskich, jak np. rowy osuszające o szerokości nie mniejszej niż 2—3 m, a także niezbyt wysokie a długie nasypy, przy zastosowaniu przewozu poprzecznego do odległości 9—10 m.

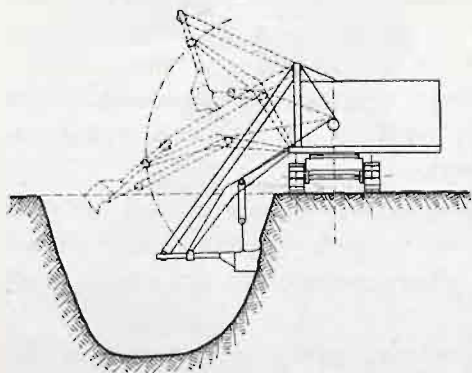
7. Łopaty mechaniczne (ekskawatory łyżkowe)

Gdy ilość dobywanej ziemi jest znaczna, a zwłaszcza gdy wykonywane wykopy są głębokie, może okazać się korzystnym zastosowanie łopat mechanicznych, nazywanych również ekskawatorami łyżkowymi. Schemat takich typowych nowoczesnych maszyn podany jest na rys. 50 — 55.



Rys. 50.

Prawie zawsze maszyny te mogą się same poruszać przy pomocy tego samego silnika (parowego, zwykle ze stojącym kotłem, spalinowego, często systemu Diesla lub elektrycznego),



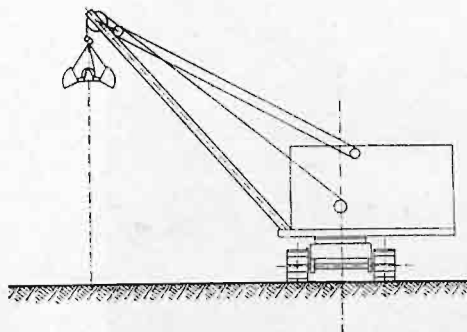
Rys. 51.

który porusza łopatę (łyżkę), dobywającą ziemię. Obecnie często podwozia tych maszyn osadzone są na taśmach gąsienicowych (czołgowych), których zastosowanie daje dużą zwrotność takim maszynom i możliwość poruszania się nawet na słabych gruntach.

Ciśnienie gąsienic tych maszyn na grunt nie przekracza $0,6\text{--}0,7\text{ kg/cm}^2$, gdy maszyna nie pracuje i może dochodzić do $1,2\text{--}1,5\text{ kg/cm}^2$.

Maszynty tego rodzaju mogą pracować w gruntach nawet średnio twardych, w pokładach kredy, marglu, konglomeratach, zbitych glinach, w gruntach przerośniętych korzeniami i nawet w gruntach skalistych, wzruszonych przy pomocy materiałów wybuchowych.

Najczęściej stosowane są przy robotach ziemnych typy, których schematy podane są na rys. 50 — 52 i 55.



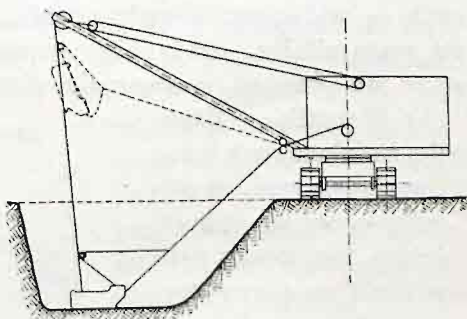
Rys. 52.

Maszynty te wyrabiane są w bardzo różnych wielkościach, o różnej wydajności, w zależności od objętości łyżki z mocnej blachy stalowej, opatrzonej stalowymi, wymiennymi pazurami i osadzonej na żurawiu o złożonej kon-

strukcji, która daje możliwość, w znacznych granicach, ruchów pionowych lub poziomych.

Wydajność pracy takich maszyn zależy przede wszystkim od pojemności łyżki, której objętość wahać się może od $0,3 \text{ m}^3$ do $5,0 \text{ m}^3$, następnie od szybkości ruchów jej, rodzaju gruntu, sprawności obsługi.

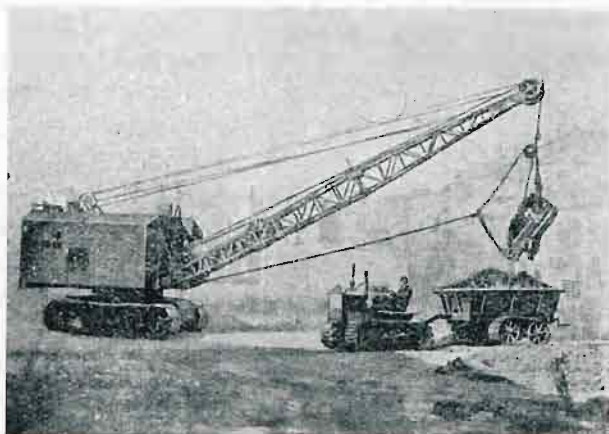
Przy 10-godzinnym dniu roboczym maszyna taka może wzruszyć i naładować na środki przewozowe, stojące w pobliżu, od 150 m^3 do 3000 m^3 .



Rys. 53.

Zasięg pracy takich maszyn zależy od ich wymiarów; w kierunku poziomym waha się od $4,0 \text{ m}$ do $16,0 \text{ m}$; w pionowym od $4,0$ do $12,0$ — $15,0 \text{ m}$ dla maszyn typu rys. 50 i $6,0$ — $8,0 \text{ m}$ dla dobywania ziemi poniżej poziomu maszyny, przy typie rys. 51.

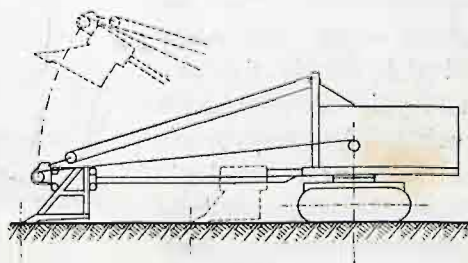
Typ, podany na rys. 55, przeznaczony jest dla stosunkowo płytkich wykopów i jest wyrabiany w stosunkowo małych wielkościach.



Rys. 54.

Na rys. 50, 51 i 55 schematy urządzeń łopat mechanicznych są widoczne: wszędzie waga żórawia z łyżką równoważy się wagą silnika, osadzonego na drugim końcu pomostu, który może się obracać na sworzniu pionowym.

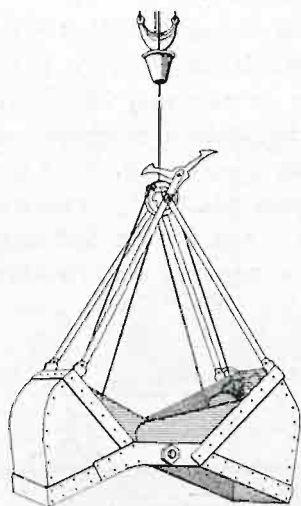
Wszystkie dźwignie, nadające ruch łyżce i samej maszynie, są ześrodkowane w jednym miejscu tak, że do prowadzenia maszyny często wystarcza jeden mechanik.



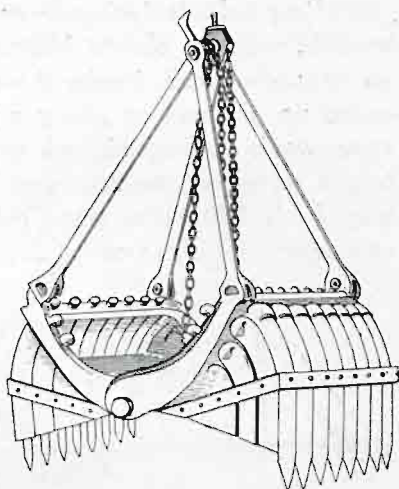
Rys. 55.

Stosunkowo rzadziej używają się łopaty mechaniczne podane na rys. 52, 53, 54. Dozywanie ziemi odbywa się bądź przy pomocy dwuszcękowych łopat typu, jak na rys. 56 i 57, spadających na dozywany gruntu z pewnej wysokości (w tym wypadku nie może być gruntu zwięzły), lub też przy pomocy

łyżki stalowej typu, podobnego do podanego na rys. 50, 51 i 55, wprowadzanej w ruch przy pomocy całego systemu lin stalowych (rys. 58).



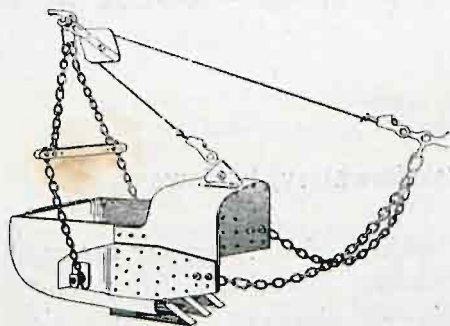
Rys. 56.



Rys. 57.

Łyżka w tym wypadku może być przeciągana na duże odległości, dochodzące do 250 m, jak to widać ze schematu, podanego na rys. 59. Objętość łyżki waha się od 0,7 do 3,00

m^3 , są jednak wypadki zastosowania łyżki o objętości 4—6 m^3 . Wydajność przy odległości od 60 do 250 m dochodzić może do 9000 m^3 dziennie.



Rys. 58.

Przed powzięciem decyzji zastosowania łopat mechanicznych (ekska-wa-tor-ów łyżkowych) należy przeprowadzić kalkulację kosztów dobywania ziemi

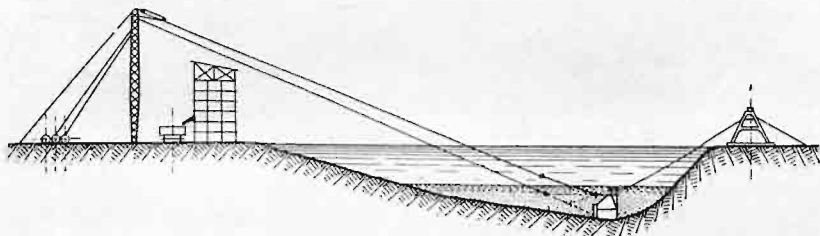
i naładowywania jej na środki przewozowe.

Przy kalkulacji trzeba przyjmować koszty:

1. robocizny i nadzoru wraz z kosztami ubez-p. socjalnych;

2. materiałów pędnych;
3. smarów;
4. kosztów utrzymania maszyn w porządku i napraw;
5. amortyzacji i oprocentowania kapitału.

Przy kalkulacjach należy obliczać wydajność według czasu trwania jednego obrotu łyżki. Do faktycznie określonego czasu na zasadzie prób trzeba dodać jeszcze co najmniej 25% straty czasu na przerwy w pracy z powodu uszkodzeń mechanizmu, smarowania, przechodzenia z miejsca na miejsce itp. Poza tym trzeba pamiętać, że maszyny tego rodzaju nie mogą pracować więcej niż 250 dni w ciągu roku; reszta czasu zużyta być musi na poważniejsze naprawy i doprowadzenie maszyny do porządku.



Rys. 59.

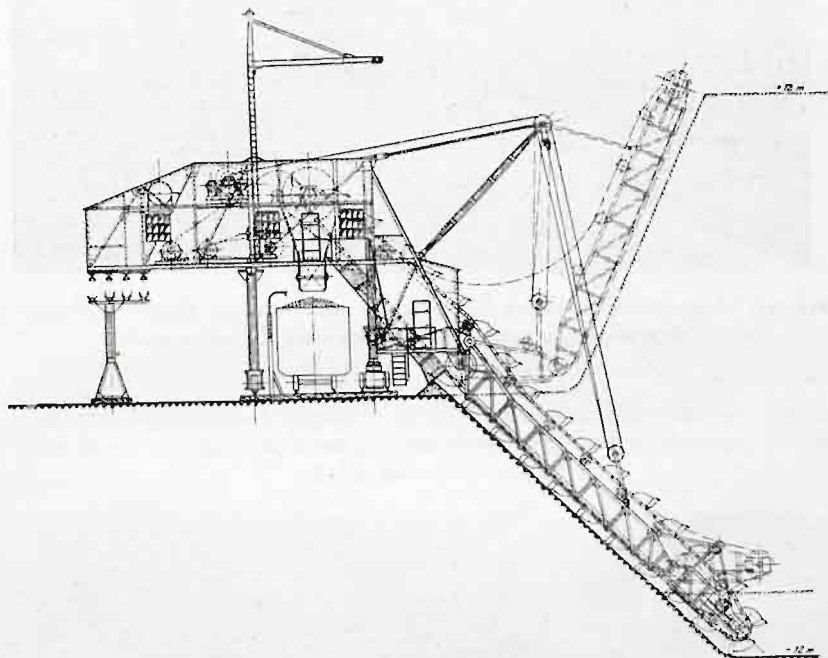
Amortyzacja podobnych maszyn — w zależności od solidności wykończenia i staranności obsługi — rozkłada się na okres 4 do 8 lat.

8. Bagrownice (ekskawatory) kubłowe

Tego typu maszyny na większą skalę pierwszy raz zastosowane były przy budowie Kanału Sueskiego. Stosowane są w gruntach z małą zwięzłością — w piaskach i gruntach piaszczystych i piaszczysto-gliniastych oraz w marglu i kredzie, o ile te dwa ostatnie rodzaje gruntu nie wymagają uprzedniego wzruszenia przy pomocy materiałów wybuchowych. Grunty, które mają być dobywane przy pomocy tego rodzaju maszyn, nie mogą zawierać odłamów skał, które mogłyby się nie po-

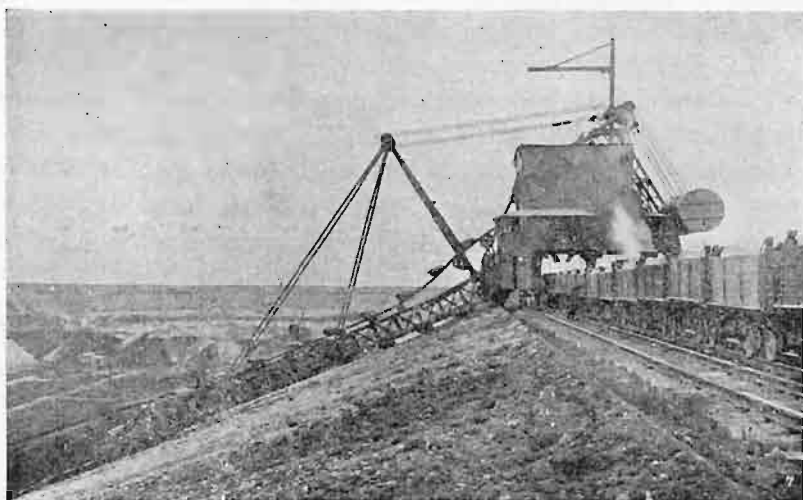
mieścić w kubłach (czerpakach) lub niewiele byłyby mniejsze od nich. Maszyny takie nadają się przy wykonywaniu długich i głębokich wykopów, portów, kanałów itp.

Najmniejsze typy maszyn tego rodzaju mają wydajność nie mniejszą, niż 100 m^3 w ciągu 10-godzinnego dnia roboczego; większe typy mogą dobyć z łatwością $4000\text{—}5000\text{ m}^3$ dziennie.

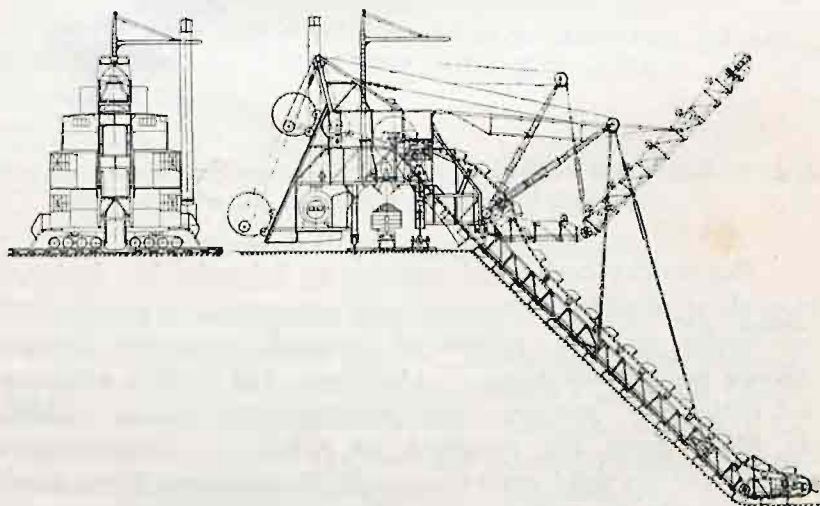


Rys. 60. Bagrownica kubłowa F. Kruppa z elektrycznym napędem dla pracy w wykopie i nasypie, o wydajności $300\text{ m}^3/\text{godz}$.

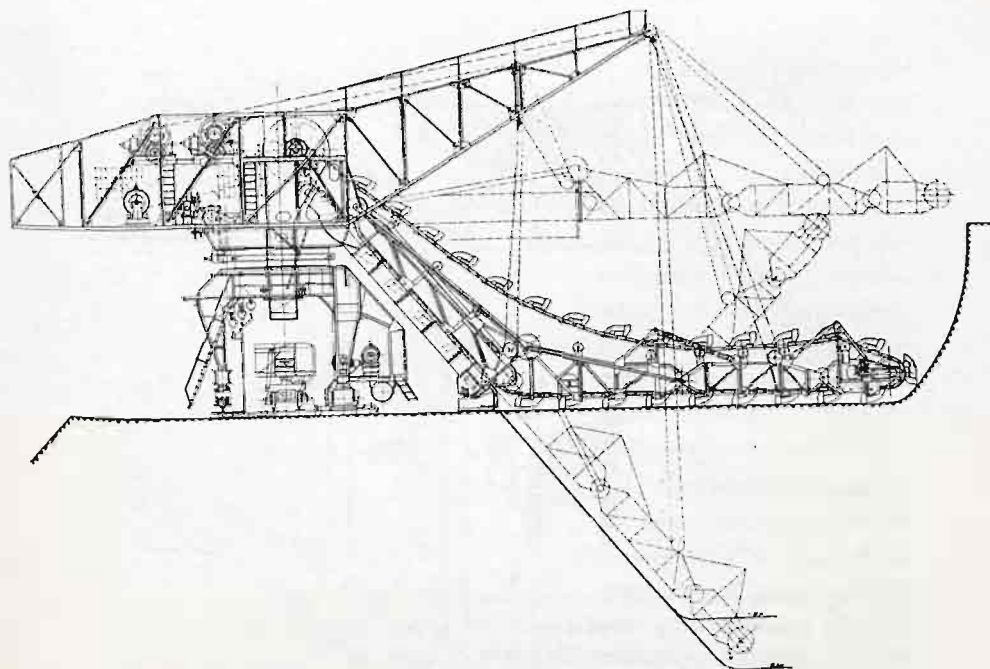
Zasadniczą cechą tych maszyn są łańcuchy bez końca, na których w równych odstępach umocowane są kubły z mocnej blachy stalowej, mające na brzegach wymienne „pazury” stalowe do ścinania ziemi. Łańcuchom bez końca nadawany jest ruch przy pomocy silników, umieszczonych na podwoziu, które może się poruszać po specjalnie ułożonym torze z szyn, zwykle dość szerokim; jedynie mniejsze typy takich maszyn mogą się poruszać bez toru wprost po ziemi przy pomocy gąsienic.



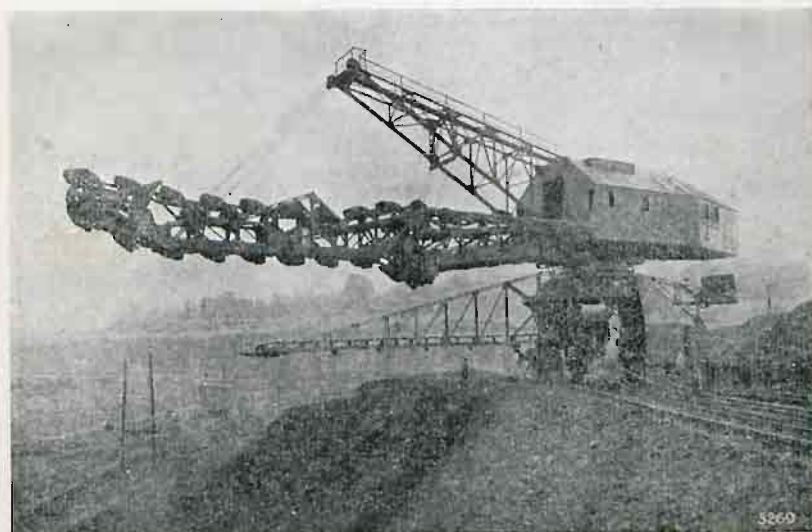
Rys. 61. Bagrownica kubłowa F. Kruppa z elektrycznym napędem dla pracy w wykopie, o wydajności efektywnej 550 m³/godz.



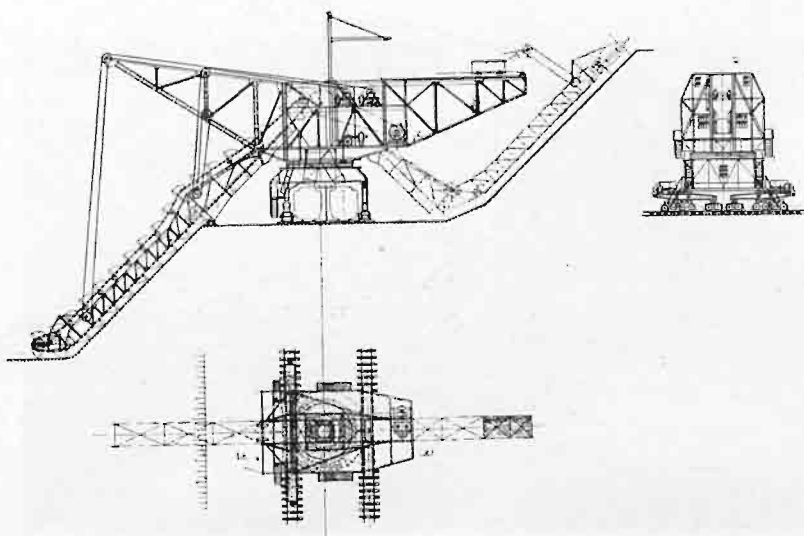
Rys. 62. Bagrownica kubłowa parowa F. Kruppa dla pracy w wykopie i nasypie



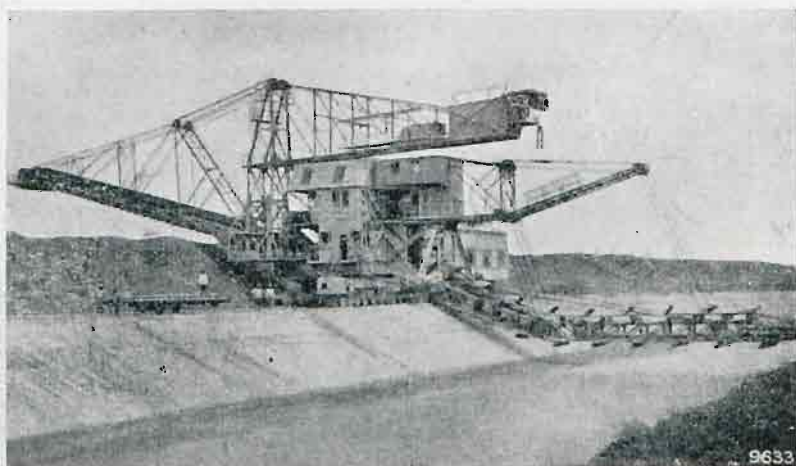
Rys. 63. Bagrownica kułowa F. Kruppa z elektrycznym napędem dla pracy w wykopie i nasypie, z łamaną prowadnicą łańcucha kułowego, z wydajnością 200 — 350 m^3 /godz.



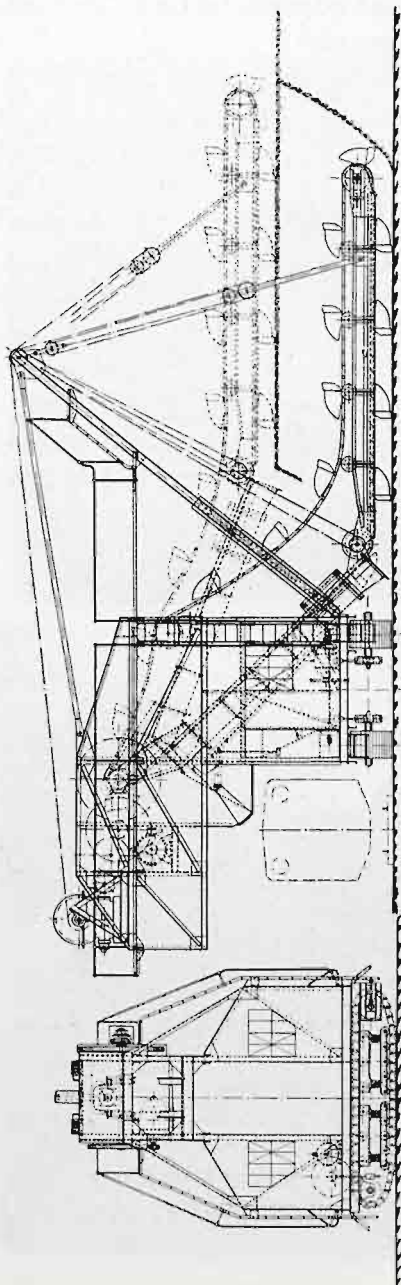
Rys. 64. Bagrownica kułowa obrotowa F. Kruppa z elektrycznym napędem, łamaną prowadnicą, o wydajności 300 — 600 m^3 /godz; na rys. elewator taśmowy dla ziemi długości 20 m.



Rys. 65. Bagrownica kubłowa obrotowa F. Kruppa z elektrycznym napędem, łamaną prowadnicą, o wydajności 300 — 600 m³/godz; na rys. elewator taśmowy dla ziemi długości 20 m.



Rys. 66. Bagrownica kubłowa F. Kruppa z silnikiem elektr.-diesłowskim, do budowy kanałów w Macedonii, z łamaną prowadnicą, o wydajności 500 m³/godz i taśmowym elewatorem dla ziemi (obrotowym) o długości około 40 m.



Rys. 67. Bałgownica kubłowa F. Kruppa z napędem elektrycznym, z łaśnaną prowadnicą, umocowaną na podwoziu gąsienicowym, o wydajności 125'—175 m³/godz.

Łańcuchy mogą zwi-
sać swobodnie lub też
mogą być sztywnie na-
ciągnięte na prowadni-
cach. W ostatnim wy-
padku otrzymuje się do-
datkowy opór tarcia,
który trzeba uwzględ-
niać przy obliczaniu po-
trzebnej mocy silnika,
poruszającego łańcuch
bez końca z kubłami.

Prowadnice, którym
można nadawać różne
pochylenia do poziomu,
mogą być proste bądź
też załamane według
kształtu skarp, jakie
chcemy otrzymać w wy-
kopie. Ruch postępowy
maszyny albo jest stały,
albo przerywany i jest
niezależny od ruchu łań-
cucha bez końca.

Przy kalkulowaniu
wydajności należy przyj-
mować, że w praktyce
kubły wypełniane są za-
leńdnie w $\frac{2}{3}$ ich obję-
tości. Jeżeli dodać do
tego przerwy w pracy,
nieuniknione przy pod-
stawianiu wagonów do
odwożenia ziemi, realną
wydajność należy obli-
czać tylko na 50% teore-
tycznej.

Aby przerwy w pra-
cy maszyny przy pod-

stawianiu taboru były możliwie najmniejsze, w zależności od wydajności maszyny, należy dobierać odpowiedni tabor do przewożenia ziemi na miejsce przeznaczenia.

Tak na przykład:

przy godz. wyd.	10 m ³	trzeba stosować wózki o pojemn.	1 m ³
"	50 m ³	"	2 m ³
"	100 m ³	"	5 m ³
"	500 m ³	"	od 10 do 20 m ³

Ilość wózków zależna jest od odległości przewozu ziemi.

Przeciętna głębokość wykopów wykonywanych przy pomocy tych maszyn wynosi zwykle od 5 do 10 m; istnieją bagrownice kubłowe, mogące wykonywać wykopy 20 m głębokości, licząc od poziomu na którym stoi bagrownica.

Silniki stosowane są parowe, przy mniejszych wymiarach — spalinowe, zwłaszcza dieslowskie, a w ostatnich czasach — elektryczne.

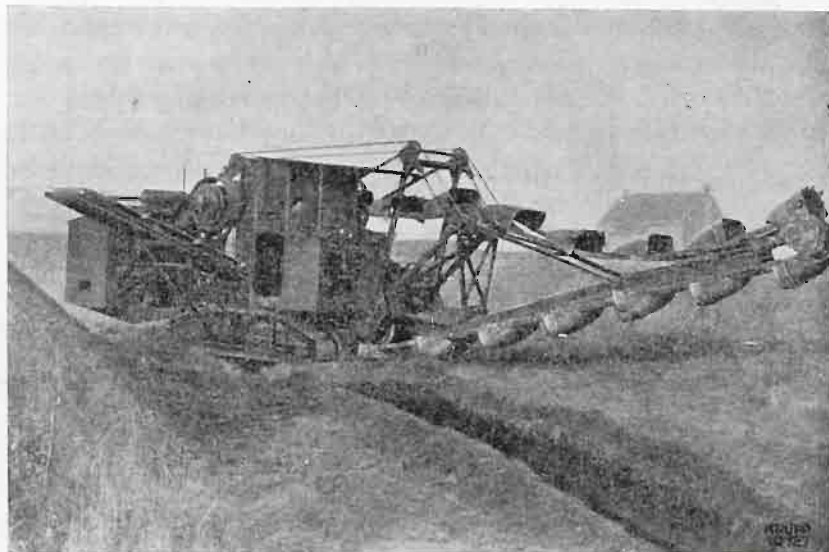
9. Bagrownice (ekskawatory) specjalne

Dla wykonywania robót ziemnych specjalnych, jak np. do kopania rowów drenarskich, rowów do kabli elektrycznych, układania rur wodociągowych, rowów strzeleckich w czasie wojny itp., mogą być zastosowane bagrownice specjalne, zmontowane na podwoziu, zaopatrzone w gąsienicową taśmę oraz elevator pasowy, który wykopaną ziemię przesuwają w kierunku poprzecznym i składa bądź w wał równoległy do wykopanego ro-



Rys. 68.

wu, bądź zsypuje do podstawianych pod elewator wozów. Na rys. 68 i 69 widzimy ekskawator do kopania rowów głę-



Rys. 69.

bokości do 4,5 m, szerokości 1,4 m. Motor spalinowy (dieslowski) porusza łańcuch bez końca oraz czołg do posuwania maszyny naprzód.



Rys. 70.

Szybkość kopania rowu wynosi 10—50 m. bież./godz. Nie pracując maszyna posuwa się z szybkością 2,5 km/godz.

Pierwsze typy maszyn tego rodzaju były zaopatrzone w wielkie koło pionowe, umieszczone z tyłu maszyny, mające na obwodzie szereg kubłów, które w miarę potrzeby zagłębiało się przy ruchu postępowym maszyny, wyrzucając добыtą ziemię na boki. Obecnie tego rodzaju maszyny rzadko są używane (rys. 70).

10. Dobywanie gruntu przy pomocy strumienia wody

Jeżeli zbudujemy odpowiedniej wielkości sikawki i będziemy kierować strumień wody pod dużym ciśnieniem na grunt, który mamy dobyć, grunt — w zależności od szybkości (20—70 m/sek), z jaką będzie wyrzucany strumień wody, — będzie rozrzedzony wodą i zmywany.

Jeżeli taką mieszaninę wody z gruntem skierujemy na miejsce, gdzie grunt ma być złożony i stworzymy tam warunki, aby woda została oddzielona od gruntu, możemy jednocześnie z dobyciem (a właściwie rozmyciem) gruntu uskutecznić transport gruntu na miejsce przeznaczenia i złożyć go tak, jak tego wymaga projektowana budowla ziemna. Jest to sposób, znany jeszcze za czasów Pliniusza; w nowszych czasach zastosowano go w Kalifornii w kopalniach złota w połowie XIX wieku.

W miarę rozwoju techniki budowy pomp, zwłaszcza środkówowych, zaczęto stosować dobywanie gruntu przy pomocy strumienia wody przy budowlach inżynierskich (budowa tam, kanałów, m. inn. Kanału Panamskiego). Ostatnio zastosowano ten sposób przy wykonaniu wielkich robót ziemnych „Dnieprostroja”.

Miejscowe warunki terenowe decydują o możliwości zastosowania omawianego sposobu dobywania gruntu: warunki te mogą być mniej lub więcej sprzyjające.

a. Najrzadziej spotykamy takie warunki miejscowe, gdy woda potrzebna do rozmywania gruntu znajduje się wyżej niż miejsce robót i może być doprowadzona ciężarem własnym i gdy mieszanina wody z gruntem również własnym ciężarem spływa na miejsce przeznaczenia bądź kanałami wykopanymi w gruncie, bądź specjalnie zbudowanymi, otwartymi korytami lub rurami.

W tym wypadku sposób ten może być bardzo tani i może z łatwością rywalizować z każdym innym, zwłaszcza gdy doprowadzona własnym ciężarem woda daje wystarczające ciśnienie do rozmywania gruntu.

b. Gorzej nieco sprawa się przedstawia, gdy woda potrzebna do rozmywania gruntu znajduje się w dostatecznej ilości wyżej niż miejsce robót, ale miejscowe warunki terenowe wymagają zastosowania urządzeń mechanicznych (pomp ssących

lub specjalnych hydroelewatorów) do usuwania mieszaniny wody z rozmytym gruntem, gdyż mieszanina ta nie ma możliwości spłynąć własnym ciężarem.

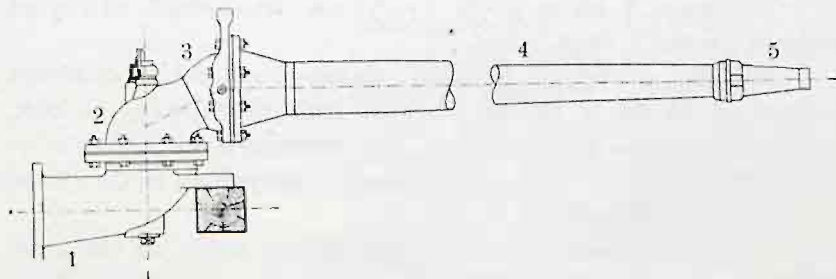
c. Również sprawa gorzej się przedstawia, gdy nie ma możliwości doprowadzenia wody pod odpowiednim ciśnieniem do maszyn specjalnie zbudowanych dla rozmywania gruntów, tzw. tryskaczy lub „hydromonitorów” i potrzebne są pompy tłoczące do nich wodę w odpowiedniej ilości i pod odpowiednim ciśnieniem, oraz gdy mieszanina wody z gruntem może spływać do miejsca przeznaczenia własnym ciężarem.

W ostatnich dwóch wypadkach (*b* i *c*) koszt robót może być znacznie większy niż w pierwszym.

d. Wreszcie warunki terenowe mogą być tego rodzaju, że nie mamy możliwości doprowadzenia wody pod odpowiednim ciśnieniem, ani odprowadzenia zmytego gruntu własnym ciężarem i potrzebne są pompy zarówno dla wody, jak pompy lub hydroelewatory dla mieszaniny wody i gruntu. W tym wypadku wykonanie robót może być kosztowne, często kosztowniejsze, niż inne sposoby добыcia gruntów, gdyż wymaga dużej instalacji specjalnej.

Maszyny do rozmywania gruntu

Nazywane są tryskaczami lub hydromonitorami. Doprowadzona na miejsce robót woda bądź własnym ciężarem, bądź

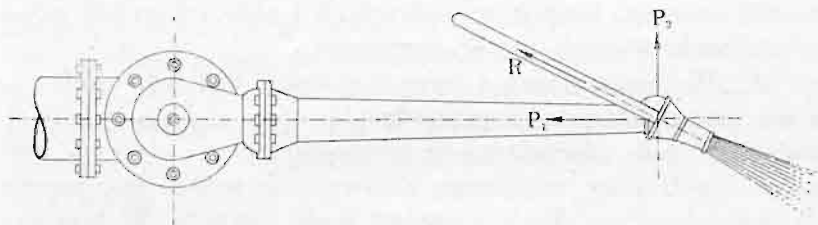


Rys. 71.

przy pomocy specjalnych pomp, winna być z odpowiednią siłą wyrzucona na grunt, który ma być rozmyty, za pomocą „tryskacza”, którego urządzenie jest identyczne z urządzeniem siłkawek pożarowych: woda wypływa przez zwężającą się rurę,

która wobec dużych wymiarów musi mieć zapewnioną łatwość ruchów pionowych i bocznych przez urządzenie przegubów i urządzeń widocznych (2 i 3) na rys. 71 i 72.

Tryskacze bywają różnych wymiarów w zależności od rodzaju i skali robót, jakie mają być wykonane. Np. średnica rury przy wylocie bywa od 50 mm do 225 mm; ilość wody wypływającej od 0,05 do 1,8 m³/sek, a potrzebne ciśnienie od 30 do 120 m. Naturalnie i wydajność wahać się może w szerokich granicach: od 150 do 6000 m³ przy 20-godzinnej pracy na dobę.



Rys. 72.

Aby ułatwić ruchy tryskaczy o większych wymiarach, urządza się bywa tzw. deflektor na przegubie (rys. 72), umożliwiający ruchy tryskacza przez ustawienie końca jego pod pewnym kątem do osi, przez co osiąga się ruch obrotowy ciężkiego tryskacza. Zwykle na większych instalacjach robotnik, kierujący pracą tryskacza, umieszczony jest na nim.

Ciśnienie, z jakim woda wypływa z „tryskacza”, zależy od rodzaju gruntu i skali robót.

Np. dla drobnych sypkich piasków potrzebne ciśnienie wynosi od 25 do 40 m; dla piasków gruboziarnistych, żwirów, gruntów gliniasto-piaszczystych, glin piaszczystych i lössów — od 30 do 60 m; dla glin plastycznych i tłustych od 60 do 200 m; dla żwiru zbitego od 70 do 150 m.

Dla rozluźnienia i rozrzedzenia gruntu wodą do stanu nadającego się do transportowania, potrzebne są różne ilości wody, zależne od właściwości fizycznych gruntów oraz odległości tryskacza od ściany rozmywanego gruntu.

Np. piaski i lekkie grunty piaszczysto-gliniaste wymagają 2 — 6 m³ wody na 1 m³ gruntu, gliny zbite — 10 — 12 m³, łupki do 30 m³.

Transport gruntu przy pomocy wody

Jeżeli odbywa się pod wpływem własnego ciężaru, mieszanie gruntu z wodą puszcza się w specjalnie wykonane koryta otwarte (zwykle drewniane) lub rury; najodpowiedniejsze są otwarte koryta, gdyż nie zapychają się, jak rury i nie zamulają się, jak rowy w gruncie.

Spadek od 0,01 do 0,10 — w zależności od rodzaju gruntu; wielkość spadku powinna być przystosowana do szybkości, jaka wystarcza do transportowania rozrzedzonego gruntu. Szybkości te są następujące:

Dla ilu i gliny.	v_{min}	=	0,08 m/sek
" drobnego piasku	"	=	0,15 "
" średnio ziarnistego piasku.	"	=	0,20 "
" żwiru o średnicy 25 mm	"	=	0,60 "
" " " 50	"	=	1,00 "
" otoczków o średn. 75 — 100	"	=	1,60 "
" " " 150 — 200	"	=	2,00 "
" " " 300 — 450	"	=	3,00 "

Konsystencja mieszaniny winna być również odpowiednia: na 1 m³ gruntu winno być wody od 0,8 do 30 m³ w zależności od rodzaju gruntu.

Np. na 1 m³ gruntów gliniastych i piasków 0,8 do 2,0 m³ wody

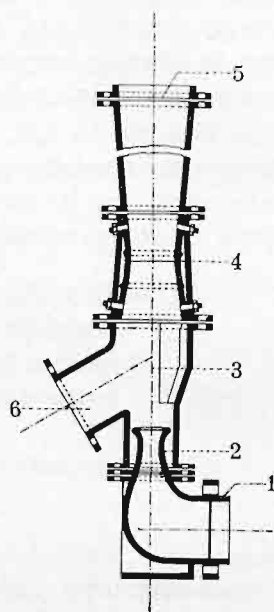
" gliniasto-piaszcz.	1,0 — 2,0	"
" piaszczysto-glin.	1,5 — 2,5	"
" b. drobnego piasku	1,5 — 3,0	"
" drobnego piasku	1,5 — 4,0	"
" średnio ziarn. piasku	2,0 — 5,0	"
" grubo ziarn. piasku	3,0 — 8,0	"
" drobnych żwirów	5,0—10,0	"
" grubo ziarn. żwirów	8,0—15,0	"
" kamieni	15,0—30,0	"

Gdy transport gruntu przy pomocy wody nie może się odbywać własnym ciężarem, należy stosować pompy odśrodkowe specjalne, przystosowane do przepuszczania grubszych cząsteczek gruntu, a nawet do przepuszczania kamieni o średnicy = 0,7 — 0,8 średnicy rury pompy. Poszczególne części pomp

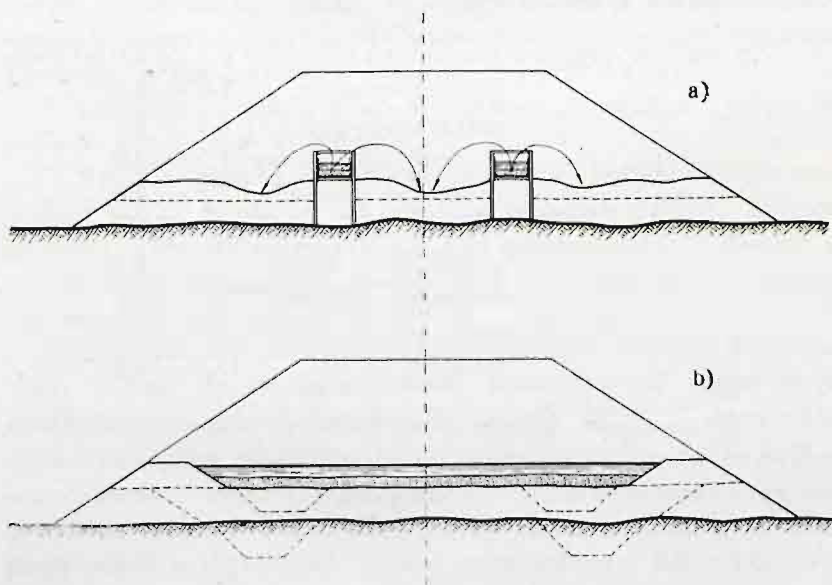
takich muszą być łatwo wymienne i wykonane ze specjalnych gatunków stali; również do tego celu stosuje się specjalne hydroelewatory (rys. 73). Podnosi się wtedy grunt rozrzedzony wodą na pewną wysokość, z której spływa własnym ciężarem do miejsca przeznaczenia. Sposób ten wymaga dużej ilości wody.

Odkładanie gruntu

Gdy grunt rozrzedzony wodą usuwamy tylko i nie użytkujemy go w celu wybudowania nasypu, manipulacja jest prosta; koryta czy też rury do mieszanki gruntu doprowadzamy do miejsca, w którym mieszankę tę wylewamy, nie dbając o formę, w jakiej odkładać się będzie grunt po oddzieleniu od wody; w niektórych wypadkach będzie można mieszankę tę skierować do rzek i potoków, które usuną go dalej zaraz lub w czasie większego przyboru wody.



Rys. 73.



Rys. 74.

Trudniejsza manipulacja, wymagająca pewnych specjalnych warunków terenowych, będzie miała miejsce wtedy, gdy ze spławianego z wodą gruntu będziemy chcieli wykonać jakąś określoną budowlę ziemną, np. nasyp.

Wtedy korytom, doprowadzającym spławiany grunt z wodą, nadajemy spadki bardzo małe, nawet ustawiamy je poziomo, aby grunt oddzielał się od wody, osiadał i aby go można było wyrzucać na boki (rys. 74a); możemy również osadzać go w sztucznie wykonanych w terenie korytach, z których woda może spływać, a grunt pozostanie. Koryta takie w miarę ich замуłania możemy stopniowo podwyższać, jak na rys. 74b.

