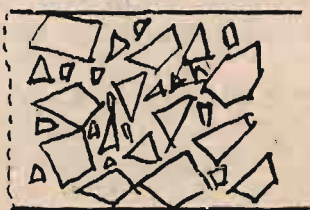


powinna być tylko taka, aby wypełniła jedynie wolne miejsca pomiędzy stłoczonymi kawałkami tłucznia, ściśle do siebie przylegającymi i powiązanymi. Należy unikać, aby ziarna tłucznia leżały luźno, nie dotykając się wzajemnie, a przestrzeń między nimi była wypełniona lepiszczem, gdyż taka nawierzchnia nie będzie trwała /Rys.18/.



Praktyka daje nam pewne normy stosunku, w jakim powinny być do siebie w nawierz-

Rys.18.

chni dobrze zbudowanej drogi bitej tłuczeń i lepiszcze: tłuczeń powinien zajmować 80 - 85 % objętości, a lepiszcze 20 - 15 %. Jeżeli objętość lepiszcza jest większa, dowodzi to, że nie jest zbudowana tak, jakby należało, ściśle, i zachodzić będzie obawa, że nawierzchnia taka trwałą nie będzie.

(M a t e r j a ł y u ż y w a n e d o b u d o -
w y d r ó g b i t y c h w o g ó ł e, a w
P o l s c e w s z c z e g ó ł n o ś c i. M a t e -
r j a ł y u ż y w a n e d o b u d o w y d r ó g b i t y c h s ą b a r d z o r o z m a i -
t e. D o b r y m a t e r j a ł w i n i e n b y ć 1/ d o s t a t e c z n i e t w a r d y

i spoiasty /nie kruchy/ 2/ możliwie jednorodny 3/ mało nasiąkliwy 4/ dobrze cementujący się. Niewszystkie materiały używane do budowy dróg bitych mają te wszystkie zalety; przeważnie trzeba zadawałniać się temi materiałami, jakie się ma pod ręką, choćby mniej odpowiedniami i do nich dostosować budowę drogi; rzadko jest się w szczęśliwym położeniu, gdy można wybierać wśród kilku materiałów.

Na tłuczeń używa się skał i kamieni naturalnych i nawet sztucznych, jak np. żużli wielkopieczowych i klinkieru, czyli cegły silnie wypalonej aż do zeszklenia.

Podług pochodzenia materiały używane do budowy dróg bitych można podzielić na następujące grupy:

- 1/ skały wulkanicznego pochodzenia i przejściowe między nimi i skałami osadowego pochodzenia;
- 2/ skały osadowe;
- 3/ kamienie sztuczne.

Skały wulkanicznego pochodzenia i przejściowe między nimi i skałami osadowymi. Do grupy tej należą najlepsze materiały, gdyż przeważnie są to twarde skały, mało nasiąkliwe i przeważnie dobrze wiążące się.

W Polsce spotykamy bardzo wiele gatunków tych skał, które podzielić można na trzy kategorie:

A. Ziarniste: 1/ Granity: biotyłowe, rappakiwi czerwone gruboziarniste/, łyszczykowe 2/ dioryty, 3/ esseksyty, 4/ mikrogranity, 5/ diabazy, 6/ łupki amfibolitowe, 7/ sycnity, 8/ gabro.

B. Porfirowe: 1/ porfiry kwarcowe i krzemowe 2/ porfiry ortoklazowe, 3/ melafizy, 4/ bazalty, 5/ trachity, 6/ andezyty.

C. Gnajzy: 1/ granitowe gnajzy, 2/ właściwe gnajzy, 3/ biotykowe gnajzy, 4/ diorytowe gnajzy.

Powyższe wymienione skały spotykamy w Polsce albo w postaci kamieni narzutowych /erratycznych/, przyniesionych ze Skandynawji w epoce lodowcowej, albo też w postaci pokładów skały rodzimej.

Wielkie obszary Rzplitej używają do budowy dróg bitych kamieni narzutowych. Granicą znajdowania kamieni narzutowych można by oznaczyć linią Słuck - Kobryń Chełm - Tarnów; na południe od tej linii nie znajdujemy kamieni narzutowych; jeżeli się nawet znajdzie na południe od tej linii kamienie narzutowe, ilość ich nie może być wielka i nie mogą one być ważnym czynnikiem przy budowie dróg bitych. Natomiast na północ od tej linii kamienie narzutowe spotykamy prawie wszędzie

w mniejszej lub większej ilości: albo wprost na ziemi, skąd je trzeba zbierać i zwozić na miejsce robót, albo też w postaci moren dennych lub czołowych. W tym wypadku bywają one skupione gęściej w pewnych miejscach, które względnie łatwo można odszukać; często je należy wykopywać z ziemi, gdzie bywają nagromadzone w dużych ilościach, niekiedy kamień przy kamieniu na dziesiątki metrów grubości. Jeżeli w pobliżu budowanej drogi znajdują się moreny, budowa drogi znakomicie się ułatwia, gdyż odrazu wielkie ilości kamienia mamy w jednym miejscu.

Gdy moren, bogatych w kamień niema, trzeba zbierać kamienie znajdujące się na powierzchni ziemi; przy dużem zapotrzebowaniu kamienia ilość takiego zbieranego kamienia znacznie się zmniejsza, kamień staje się rzadszy, a co zatem idzie i droższy; przy procesie denudacyjnym z roku na rok pewna ilość kamienia narzutowego, znajdującego się pod powierzchnią ziemi, obnarza się; wygląda to, jakby kamień "rósł", jak mówią ludzie nieoświeceni. Są okolice w Polsce, jak północna część ziemi Płockiej, powiaty grodzieński, białostocki, sokólski, wołkowyski i inne, w których kamieni narzutowych jest dużo; jest jednak dużo miejscowości, gdzie kamień ten wyczerpał się, ilość znajdująca się

jest niewystarczająca nie tylko dla budowy nowych dróg bitych, ale i do utrzymania istniejących; wtedy musimy dowozić z zewnątrz - z kamieniołomów lub z miejscowości obfitujących w kamień narzutowy; tak jest np. w okolicach Warszawy.

Kamień narzutowy składa się z najrozmaitszych gatunków petrograficznych: często w jednej kupce tłuczenia / $1m^3$ / znaleźć możemy kilkadziesiąt a nawet i przeszło 100 rozmaitych gatunków skał; jest to słaby strona tego materiału, gdyż tłuczeń z niego jest nadzwyczaj niejednorodny; spotykamy tu słabe gatunki czerwone "kaszaki" - t.j. gruboziarniste granity rappakiwi, obok bardzo twardych dolerytów, syenitów lub diorytów. Wytrzymałość pierwszych na gniecenie jest nieznaczna, gdy drugich jest bardzo znaczna; jedne gatunki ściera się łatwo, drugie trudniej. Wskutek tego tłuczeń z kamienia narzutowego zużywa się nierównomiernie: np. najłatwiej i najprędzej zużywają gruboziarniste granity; gdy w nawierzchni drogi bitej znajduje się gniazdo, gdzie jest większość kamyków tego gatunku, wkrótce utworzyć się może w tem miejscu wybój.

Z drugiej strony tłuczeń z kamieni narzutowych wiąże się i cementuje się dobrze, nie jest nasiąkliwy, a przeciętna twardość ^{jego} jest znaczna; naogół należy więc

uważać go za dobry materiał do budowy dróg bitych.

Oprócz kamieni narzutowych, skały wulkanicznego pochodzenia i zbliżone do nich przejściowe, spotykamy w kilku miejscach w Polsce w postaci skał macierzystych w całych pokładach. Dla wyzyskania ich zakłada się kamieniołomy, z których kamień rozwozi się na miejsce budowy nieraz na bardzo wielkie odległości.

Kamieniołomów w twardych gatunkach skał mamy w Polsce stosunkowo niewiele..

W północnej części Polski nie mamy ich wcale. Spotykamy je dopiero na Śląsku Górnym - są tym bogate złoża granitu szarego o różnej grubości ziarna /około Strzygłowa/.

Na Śląsku Cieszyńskim również mamy pokłady granitu; w Krzeszowicach, niedaleko Krakowa, eksploatowane są pokłady mikrogranitu.

Na Wołyniu, w części przyłączonej do Polski, mamy kamieniołomy różowego granitu w okolicach Sarn /stacja Klesowo/; w stronach tych płyta granitowa wychodzi na wierzch terenu i łatwo może być eksploatowana.

Wreszcie trzon Tatr stanowi granity, które jednak dotychczas nie są eksploatowane.

Oprócz granitu mamy kilka więcej znanych kamieniołomów skał wulkanicznego pochodzenia w miejscowościach

ciach następujących:

Porfir w Miękini około Krakowa - kamieniołomy dość postępowo eksploatowane;

Molafir w Regulicach w powiecie Chrzanowskim około Krakowa.

Andezyt w okolicach Szczawnicy, dotychczas nieeksploatowany;

Bazalt w okolicach Równego na Wołyniu około stacji Lubomirka i Kostopol, miasteczka Berestowca i nad Horyniem; eksploatowany bardzo pierwotnie i w małym zakresie.

Wszystkie wymienione wyżej kamieniołomy dają materiał do budowy dróg bitych wyborowy; dotychczas przemysł kamieniarski w tym kierunku jest słabo rozwinięty i nawet te nieliczne kamieniołomy wyżej wymienione nie są należycie wyzyskane.

Należy się spodziewać, że po uregulowaniu stosunków gospodarczych w kraju przemysł ten rozwinie się i będzie mógł obsłużyć potrzeby tej części państwa, która pozbawiona jest kamienia narzutowego, lub posiada go mało. Zauważyć należy, że kamieniołomy twardego materiału położone są właśnie w tej części ziem polskich w których niema kamienia narzutowego.

K a ł y o s a d o w e . Są one naogół mniej

cennym materiałem, niż skały wulkanicznego pochodzenia gdyż są miększe.

Podzielić można na następujące grupy:

1. Krzemienie - względnie rzadko spotyka się w wapieniach; łupie się w ostre igły, trudno się wiąże, twardość posiada znaczną.

2. Piaskowce. Mamy bardzo dużo gatunków. Z tych najlepsze są piaskowce o lepiszczu krzemowem, t.j. piaskowce kwarcytowe: są one z piaskowców najtwardsze, niekiedy bardzo drobno ziarniste z okresów starszych /dewońskich/. Piaskowce te spotykamy pomiędzy kamieniami; w Karpatach mamy ich całe pokłady; w okolicach Kielc w Żagnańsku mamy również poważne złoża: w Żagnańsku istnieje kamieniołom państwowy; spotykamy kwarcyt w Galicji Wschodniej /np. Skole, Suchodół, Wiszeńce/, około Sandomierza i Dąbrowy.

Gatunki piaskowca kwarcytowego pod względem twardości i ścieralności znacznie się różnią: są bardzo twarde, są jednak i miękkie i kruche i te mnie nadają się do budowy dróg. Kolor bywa różny: biały, żółty, szary, różowy i nawet fioletowy.

Piaskowce wapienne /o lepiszczu wapiennem/ są przeważnie gorszym materiałem, niż kwarcyty, gdyż są miększe, ścierają się łatwo, chociaż wiążą się względ-

nie lepiej, niż kwarcytowe.

Piaskowce te spotykamy w małej ilości w północnej części Kongresówki /np. okolice Konina/, dużo ich jest w południowej części Kongresówki, na Śląsku w Małopolsce. Często są one bardzo porowate i nasiąkliwe.

W a p i e n i e i d o l o m i t y . Materiały te pod względem przydatności naogół stoją jeszcze niżej niż piaskowce; twardość ich jest zwykle niewielka, ścieralność i nasiąkliwość znaczna, stąd na drogach tych wytwarza się dużo pyłu, a w czasie deszczu dużo lepkiego błota.

Spotyka się w formie skał macierzystych.

Wapienie względnie dobrze się wiązą; niektóre gatunki, jak np. marmury chęcińskie dają możliwy materiał do budowy dróg; dużo jednak gatunków jest zupełnie nieodpowiednich, gdyż są zamiękkie, za kruche i za nasiąkliwe.

Budowanie dróg bitych ze złych gatunków wapienia jest niekiedy lekkomyślnym marnotrawieniem pieniędzy. Aby wywnioskować, które gatunki wapienia nadają się do budowy dróg, należy próby ich poddać z jednej strony badaniom laboratoryjnym, o czym mowa będzie dalej, z drugiej strony trzeba będzie przeprowadzić badania na próbnym odcinku drogi. Przy stosowaniu wapienia do

budowy dróg bitych, należy być bardzo ostrożnym.

K a m i e n i e s z t u c z n e . Wymienić tu możemy tłuczeń klinkierowy i tłuczeń ze szlaki otrzymywanej z wielkich pieców.

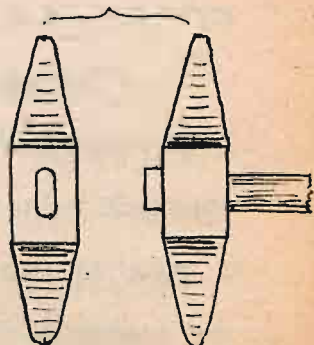
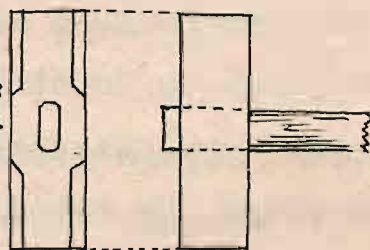
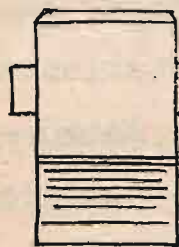
Pierwszy otrzymuje się z klinkieru - gatunku cegły wypalanej z gliny aż do stanu zeszklenia masy. Materiał ten nie jest zbyt szczególny, łatwo się ściera i niebardzo się wiąże. To też daleko częściej klinkier do budowy dróg stosuje się w całych ceglach i układa się w postaci bruku; jedynie na tłuczeń stosuje się tylko ten klinkier, który przy wypaleniu straci formę prawidłowej cegły.

Co do szlaki, to stosowanie jej jest ograniczone do tych miejscowości, gdzie znajdują się wielkie piece. Jest to materiał twardy, mało ścieralny, ale zupełnie nie wiążący się. *X kruszywo*

P r z y g o t o w y w a n i e t ł u c z n i a .

Tłuczeń otrzymujemy przez rozbicie większych kawałków skały macierzystej, dobytej w kamieniołomach, względnie kamieni narzutowych, znajdujących na polach, lub wykopanych z gruntu z odsypisk morenowych. To rozbijanie kamieni na drobne kawałki może być dokonywane ręcznie, lub przy pomocy specjalnych maszyn.

T ł u c z e n i e r ę c z n e . Tłuczenie takie odbywa się w sposób następujący: robotnik, zwany pospolicie tlukaczem wielkim młotem, ważącym 4-5 kg., zwanym "płytownikiem" /Rys. 19/ rozбивa większe bryły na



Rys. 19.

Rys. 20.

Rys. 21.

drobniejsze takiej wielkości, aby jedną ręką mógł je unieść. Gdy przygotowuje większą ilość takiego "płytowanego" kamienia, siada wtedy przy "kowadle", t.j. dużym twardym kamieniu, postawionym tuż przy kupie napłytowanego kamienia i trzymając jedną ręką mniejszy młotek wagi 1,5 - 3,0 kg. /Rys. 20 i 21/, drugą podsuwa pod uderzenia młotka kamienie; otrzymany tłuczeń spycha z kowadła przy pomocy młotka; młotek przedstawiony na rys. 20 używa się przy materiale twardym, przedstawiony zaś na rys. 21, stosuje się przeważnie do materiałów miękkich. W pewnych okolicach Rzeczypospolitej /na wschodzie/ spotykamy "tlukaczy" którzy trzymają młotek obydwiema rękami, a kamienie na "kowadle" podtrzymują nogami i nogami również spychają rozbitą tłuczeń z ko-

wadła.

Tłuczenie kamienia jest robotą ciężką, co nawet weszło w przysłowie, i wymaga pewnej wprawy.

Do roboty tej winni być używani robotnicy zawodowi, a nie przygodni, gdyż posiadana przez zawodowych tłukaczy praktyka daje im możliwość otrzymania dobrego zarobku, tembardziej, że tłuczenie kamienia ręczne, prawie wyłącznie oddawane jest na akord.

Zawodowy tłukacz może wytłuc często kilkakrotnie większą ilość kamienia dziennie, niż przygodny robotnik, niemający w tem wprawy, nie pokaleczy sobie przy tem rąk ani nóg, nie zmęczy się i nie napsuje kamienia. Gdy tymczasem niewprawny w tłuczeniu robotnik wytłucze bez porównania mniej kamienia, tłuczeń jego będzie nierównomierny; w dodatku zmarnuje on pewną ilość kamienia przez nieumiejętne uderzenia i zmiążdżenie pewnej ilości kamienia na drobny miak..

Wydajność dzienna robotnika - tłukacza zależna jest od gatunku kamienia i waha się od 0,5 do 2,00 m³, zależnie od twardości, spoistości i uwarstwienia kamienia.

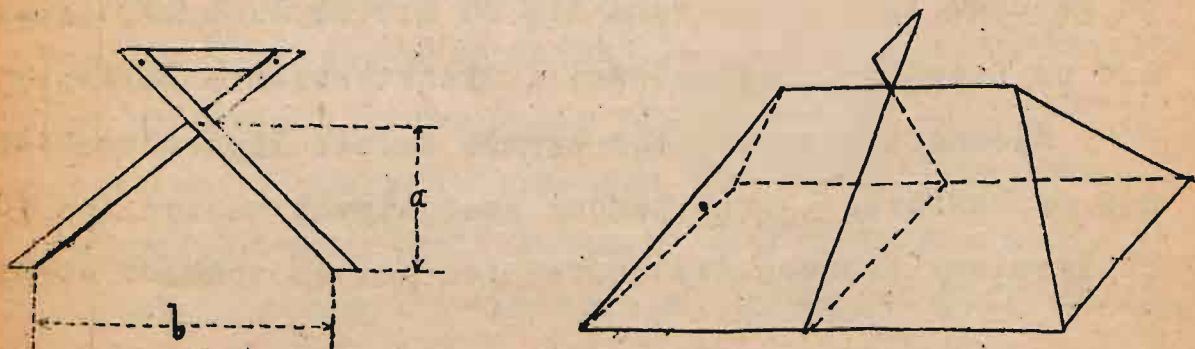
Ręczne tłuczenie daje zwykle daleko lepszy tłuczeń niż mechaniczne - przy pomocy specjalnych maszyn, gdyż otrzymujemy tłuczeń dość równomierny i stosunkowo nie-

wielką ilość drobnych okruchów, czyli, jak je pospolicie nazywają "miału".

Z 1 m^3 kamienia przy ręcznym tłuczeniu otrzymujemy 3 - 10 % zwiększenia objętości wytłuczonego kamienia w stosunku do niewytłuczonego, co trzeba mieć na uwadze przy obliczaniu ilości kamienia, który ma być dostarczony na tłuczeń: aby więc otrzymać 1 m^3 tłucznia, trzeba zużyć $0,90 - 0,92\text{ m}^3$ kamienia.

Przy tłuczeniu ręcznym, co odbywa się zwykle już na samej drodze, - na poboczu drogi, lub na specjalnych składach materiałowych, tłuczeń zwykle nie odsiewa się od miału i razem z nim składają się w prawidłowe kupki w formie stożka lub pryzmatu. Dla dogodności szybkiego obliczania objętości dostarczonego tłucznia kupkom na danej drodze nadaje się jednakowy wymiar np. 1 m^3 , 2 m^3 , 3 m^3 i t.p.

Jednakowe wymiary kupkom tłucznia nadaje się przy pomocy "koźłów" - drewnianych szablonów - zbitych z łat.



Rys. 22

Szablony te /Rys.22/ dają możliwość sypania tłucz-
nia w kupki, mające jednakową szerokość /wymiar b/ i
jednakową wysokość /wymiar a/.

Jeżeli chodzi o dokładne określenie objętości tłuc-
znia, należy go zmierzyć, po odsianiu tłucznia przy po-
mocy sit, w skrzyniach bez dna ^{określonej objętości};
mierzy się w ten sposób pewien procent kupek dostarcz-
nego tłucznia /np. 0,5% - 1,0%/ i przeciętną z obmiaru
przyjmuje się jako objętość rzeczywistą jednej kupki.

T ł u c z e n i e m e c h a n i c z n e . W o-
statnich czasach rozpowszechniło się przygotowywanie
tłucznia mechaniczne - przy pomocy specjalnych maszyn
- tłukarek.

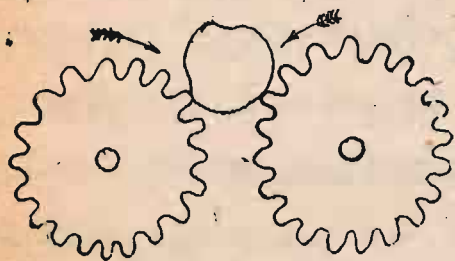
Tłuczenie mechaniczne może się odbywać albo na
miejscu dobowania kamienia - w kamieniołomach, wtedy
stosujemy do tłucznia u r z ą d z e n i a s t a ł e
albo też na miejscu robót, gdzie złożony jest materiał
na tłuczeń, i wtedy stosujemy u r z ą d z e n i a
p r z e n o ś n e, które w miarę potrzeby mogą przeno-
sić się z miejsca na miejsce.

Tak jedno jak drugie urządzenia posiadać muszą
maszyny do miażdżenia kamieni, tak zwane tłukarki.

Tłukarki dzielą się na trzy zasadnicze kategorie:

Do pierwszej kategorii należą tłukarki, które po-

siadają dwa mocne zębate koła, ustawione równolegle do siebie i obracające się w przeciwne strony. Kamień zarzuca się pomiędzy te koła i miażdży się przy obrocie kół /Rys.23/. Typ ten rozpowszechniony jest bardzo mało i posiada dużo braków, z tego powodu dłużej się nad nim nie będziemy zatrzymywali.



Rys.23

Do drugiej kategorii należą t.zw. t ł u k a r k i

s z c z ę k o w e obecnie najwięcej rozpowszechnione

Zasadniczą częścią ich są

dwie szczęki, uzbrojone w płyty z żelaza lanego, lub specjalnej twardej stali; jedna ze szczęk jest nieruchoma, a druga otrzymuje ruch wahadłowy o niewielkim postępie i rozgniata kamień wrzucony pomiędzy szczęki.

Najprostszy typ tłukarki ma ruchomą szczękę, która obraca się około nieruchomej osi, a dolny jej koniec opisuje niewielki łuk koła.

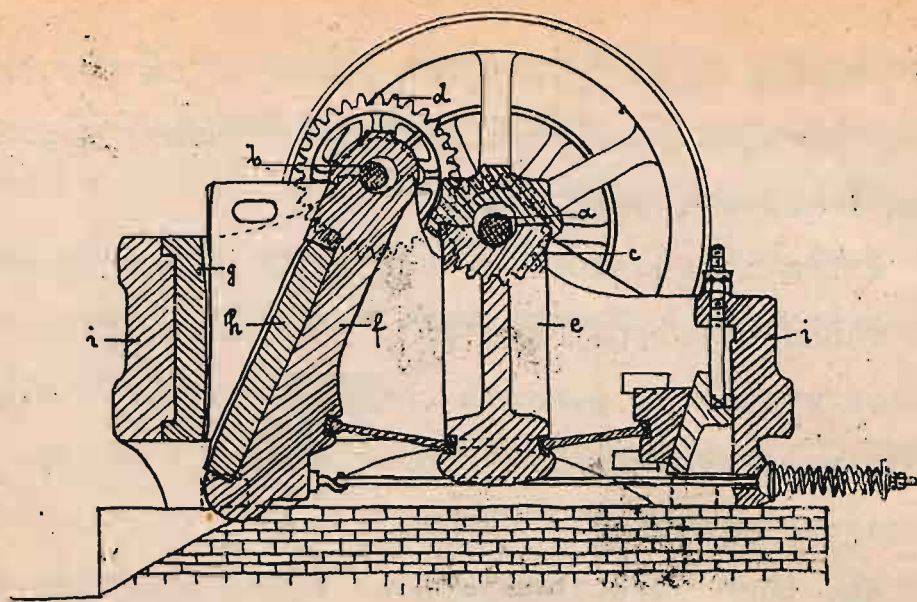
Na rys.24 podany jest schematyczny przekrój szczęk takiej tłukarki w dwóch pozycjach: gdy szczęki są ściśnięte i gdy są rozwarste. Na rys.25 podany jest schematyczny ustrój, przy pomocy którego takie zaciskanie i otwieranie szczęk jest otrzymywane: jest to na wale głównym tłukarki nasadzony mimośród /ekscentryk/

przy którego dwóch pozycjach podanych na rysunku otrzymujemy skrajne położenia szczęki ruchomej zapomocą systemu drążków i przgubów.

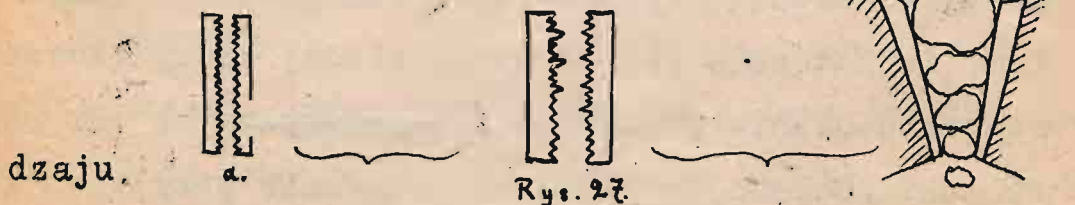
W tym typie tłukarki szczeka ruchoma ma prosty ruch wahadłowy, przy którym otwór dolny, przez który tłuczeń wypada, w pewnych chwilach zupełnie się zwęża; powoduje to wytwarzanie sporej ilości tłuczni bardzo drobego i miaku.

Aby temu zapobiedz, w nowszych tłukarkach zastosowano udoskonalenie ruchu szczęki ruchomej, polegające na tem, że nadawane jej ruchy są więcej skomplikowane przez zastosowanie mimośrodów ~~ekscentryka~~ na osi obrotu szczęki ruchomej i przez utrzymywanie przy tych skomplikowanych ruchach stałego i stosunkowo szerokiego otworu pomiędzy szczękami; dzięki takiemu urządzeniu otwór dolny pomiędzy szczękami perjodycznie się zwęża, ale nie tak bardzo jak przy tłukarkach starszego systemu, a szczeka ruchoma rozgniata kamienie nietylko dolną częścią, ale i górną, gdyż i górna część szczęki ruchomej otrzymuje ruchy gniotące.

Rys. 26 podaje schematyczny przekrój takiej tłukarki; przez zastosowanie mimośródów *a* i *b* szczeka otrzymuje skomplikowane ruchy, dzięki którym otrzymuje się znacznie lepszy tłuczeń niż z tłukarek pierwszego ro-



Rys. 26.



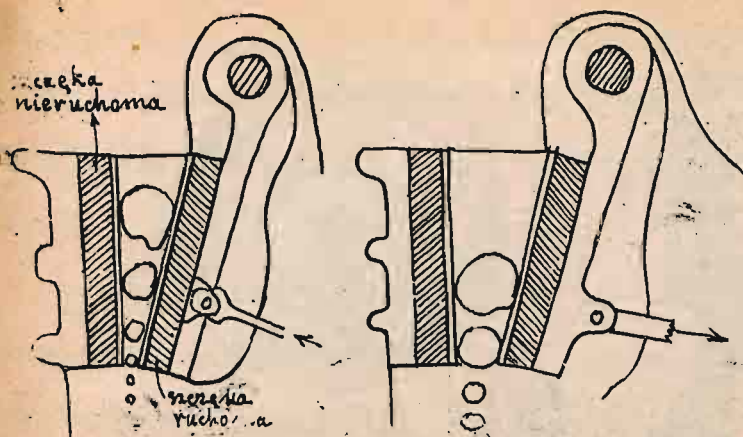
dzaju.

Rys. 27.

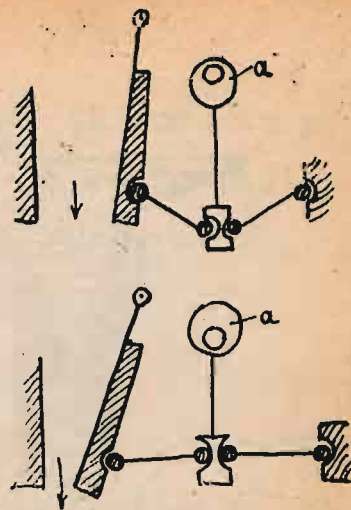
Najważniejszą częścią tłukarek szczękowych są szczęki, pierwotnie wyrabiano je z żelaza lanego, obecnie - ze specjalnego gatunku twardej stali. Ponieważ szczęki się ścierają, przeto są one tak skonstruowane, aby je można było łatwo wymieniać.

Przy używaniu tłukarek szczękowych należy mieć odpowiednią ilość zapasowych szczęk, aby praca mogła odbywać się bez przerwy.

Powierzchnia gniotąca szczęk zwykle jest uzbrojona w podłużne zęby równe lub w górnej części nierówne co kilka zębów /Rys. 27/, a w dolnej części równe.



Rys. 24.



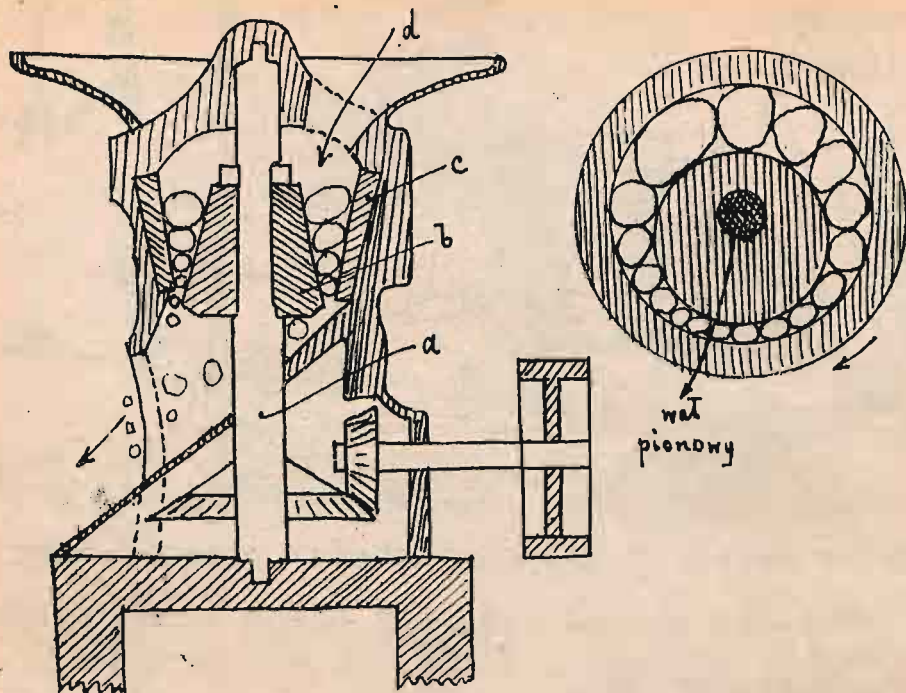
Rys. 25.

Ponieważ dolne części szczęk zużywają się prędzej, niż górne, w nowszych typach tłukarek przewidziana jest możliwość obracania szczęk tak, aby dolna część znalazła się na górze i odwrotnie.

Wydajność tłukarek szczękowych bywa bardzo rozmaita, zależy przedewszystkiem od wielkości tłukarki i jej ustroju, a następnie od twardości kamienia i wielkości przygotowywanego tłucznia.

Znana fabryka Friedrich'a w Lipsku buduje tłukarki szczękowe ulepszone w siedmiu wielkościach z możliwą wydajnością od $1m^3$ do $20m^3$ na godzinę; potrzebna siła motoru wynosi od 1 HP do 18 HP.

Do trzeciej kategorii tłukarek należą t.zw. tłukarki "ekscentryczne". W takiej tłukarce, schematycznie na rysunku 28 przedstawionej osadzony jest pionowy wał α , na nim niesymetrycznie zębaty stożek z twardej stali. Stożek ten b porusza się mimośrodowo



Rys. 28.

/ekscentrycznie/ w stosunku do stożka c również z twardej stali zbudowanego.

Skutkiem tego materiał na tłuczeń zarzucony z wierzchu przez otwór d podczas obrotu wału jest zaciskany pomiędzy wewnętrzny i zewnętrzny stożek i miążdżony na tłuczeń.

Z takich tłukarek tłuczeń jest znacznie lepszy niż z tłukarek szczękowych, natomiast w użyciu tłukarki te nie są zbyt praktyczne. Przedewszystkiem stożki, gniotące kamień i zużywające się dość szybko, trudniej jest wymieniać niż płaskie szczęki, kosztują one znacz-

nie drożej; stosunkowo niewielki otwór do zarczucania kamienia wymaga większej roboty przy przygotowaniu takich kawałków kamienia, któreby można było zarczucac do otworu.

Następnie ustrój takiej tłułarkki wymaga zarczucania kamienia z wierzchu z dość znacznej wysokości, co przy większych tłułarkkach niezawsze jest dogodne. Wogóle typ ten odpowiedniejszy jest do stałych i większych instalacji.

U r z a d z e n i a p r z e n o ś n e d o
m e c h a n i c z n e g o t ł u c z e n i a k a -
m i e n i . Zależnie od warunków, w jakich mamy wykonywać tłułczenie kamienia, dobieramy typy tłułarek i urządzeń do produkowania tłułcznia. Innych instalacji używa się, gdy robota stale odbywa się w jednym miejscu, innych - gdy robota rozrzucana jest w niewielkich ilościach wzdłuż dróg. Typów przenośnych instalacji jest bardzo wiele. W Europie Zachodniej przed wojną rozpowszechnił się typ tłułarek, połączonych bezpośrednio z siłtem mechanicznem, które dzielą tłułczeń podług grubości ziarna na kilka gatunków i oddzielają ^{ja} miaz.

Niekiedy sito mechaniczne nie stanowi całości tłułarkką i może być stawiane oddzielnie.

Sito mechaniczne składa się z walca zrobionego z

grubej blachy żelaznej z wytłaczanymi otworami; otwory te robi się kilku wielkości - stosownie do wielkości ziaren tłucznia, jaki pragniemy odsiać. Walec taki ustawia się pod pewnym kątem do poziomu, aby wrzucony do środka tłuczeń przy ruchu obrotowym walca pod wpływem wagi własnej posuwał się wewnątrz walca ku drugiemu końcowi sita i stopniowo się odsiewał.

Tłukarki przenośne zwykle są tak urządzone, że mogą być z łatwością przewożone końmi lub przy pomocy walca parowego lub traktora.

Przed wojną w Niemczech zjawily się tłukarki samo-chodowe: silnik ustawiony na wozie, może poruszać wóz, a po przewiezieniu na miejsce robót, może poruszać tłukarkę; w nowszych urządzeniach otrzymywany z tłukarki tłuczeń podnoszony jest przy pomocy elewatora do góry na pewną wysokość, gdzie umieszczone jest sito mechaniczne, po odsianiu i rozsegregowaniu tłuczeń odrazu jest wsypywany na wozy lub wagoniki; w urządzeniach dawniejszych sito umieszczano nisko nad ziemią, skutkiem czego tłuczeń przesiany wciąż trzeba zabierać, aby nie zatrzymywać pracy tłukarki.

U r z ą d z e n i a s t a ł e d o t ł u -
c z e n i a k a m i e n i . Tego typu instalacje u-
rządzane są w kamieniołomach. Przy urządzeniu ich mu-

szą być uwzględniane miejscowe warunki. Starany się tłukarkę umieszczać na poziomie niższym, niż poziom dostawy kamienia.

P r a c a t ł u k a r e k . Interesuje nas pod dwoma względami: technicznym i ekonomicznym. -

W pierwszym wypadku interesuje nas kwestja, czy tłukarka może dać tłuczeń odpowiedni do budowy i utrzymania dróg, w drugim wypadku - czy zamiana pracy ręcznej na mechaniczną wskazana jest ze względu na koszty.

Co do pierwszego wypadku stwierdzony jest stanowczo fakt, że tłuczeń, otrzymany ręcznie jest bez porównania lepszy, niż tłuczeń otrzymany z tłukarek: tłuczeń mechaniczny jest mniej równomierny, zawiera dużą ilość podługowatych tabliczek lub igieł i zwykle znacznie więcej mialu, niż tłuczeń otrzymany przy tłuczeniu ręcznem. -

Objasnić to można automatycznością pracy tłukarki i stałością w położeniu rozbijanego kamienia względem szczęk tłukarki, gdy tymczasem przy ręcznem tłuczeniu robotnik może obracać kamień i rozbijać go na pożądane kawałki, zmieniając kierunek uderzeń w zależności od formy kamienia, jego wymiarów i uwarstwienia.

Udoskonalenia w ustroju szczęk, jak np. w tłukarkach Friedrich'a mogą tylko do pewnego stopnia wadę tę

usunąć, ale nigdy całkowicie. Niepoślednią rolę gra tu uwarstwienie kamienia: im wyraźniejsze jest ono, tem więcej otrzymujemy bezwartościowego tłucznia wskutek pękania kamienia przy miażdżeniu podług uwarstwienia. Bardzo ciekawe są badania inż. Hess'a z Nordheim'u nad pracą tłukarki Friedrich'a: otrzymał on następujące rezultaty dla różnych materjałów.

Gatunek kamienia	Podział tłucznia podług grubości ziarna w %			Zwiększenie objętości tłucznia w stosunku do objętości kamienia (przed wytłuczeniem) w %
	gruby < 6,5cm.	średni < 5cm	miąż < 2,5cm	
Gabro	44	39	17	7
Diabaz	34	45	21	6
Bazalt	40	40	20	11
	< 7cm.	< 5,5cm	< 2,5cm.	
Wapień	29	48	23	

Te i inne doświadczenia wykazały, że przy mechanicznem tłuczeniu kamienia otrzymujemy znacznie większą ilość miążu, niż przy ręcznem; otrzymujemy go od 15 do 30 % w zależności głównie od gatunku kamienia. Do budowy dróg bitych w większości wypadków miążu nie

potrzeba więcej niż 12 - 15 %; otrzymujemy więc nadmiar miału bez możliwości zużycia go, co jest bezwarunkowo zjawiskiem ujemnem.

Co do możliwości stosowania tłuczenia mechanicznego ze względów ekonomicznych, w czasie obecnym, wobec zmiennej wartości wyrobów fabrycznych i niemożności ścisłego ustalenia kosztu tłuczenia mechanicznego i ręcznego, niepodobna określić z góry, czy opłaci się wprowadzenie tłuczenia mechanicznego.

Oczywiście, że im materiał jest na większych przestrzeniach rozrzucony, tem większą stratę czasu będziemy mieli dla przewożenia instalacji do tłuczni i tłuczenie będzie droższe.

Ponieważ wydajność tłukarek przy przejściu od twardych gatunków kamienia do miękkich zwiększa się wolniej niż ręcznego tłuczenia, należy przypuszczać, że stosowanie tłukarek będzie wskazane prędzej przy twardych gatunkach kamienia, niż przy miękkich.

Ze stosunków przedwojennych inż. Hess z Nordheim'u podaje nam następujące wyniki badań nad tłukarką Friedrich'a

Gatunek kamienia	Koszt tłucznia 1 m ³ w markach /złotych/	
	maszynowego	ręcznego
Gabro	2,60	3,50
Diabaz	2,50	3,50
Bazalt	2,02	2,90
Wapień	1,76	1,30 - 1,60

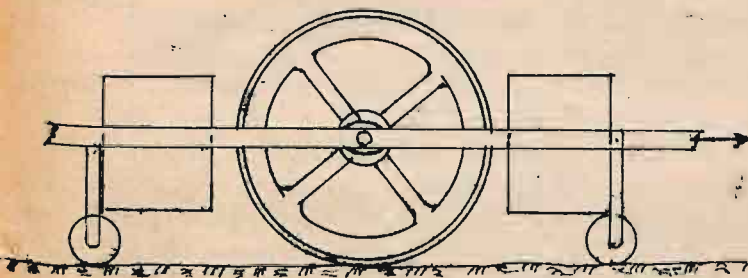
Przy obliczeniach kosztu tłuczenia mechanicznego powinno się uwzględniać amortyzację urządzeń.

Walcowanie dróg bitych. Dawniej przy budowie dróg bitych nie ubijano warstwy tłucznia rozsypanego; ubicie to uskuteczniane było przez przejeżdżających; był to sposób bardzo niedogodny dla przejeżdżających, szczególnie z początku, gdy zmuszał ich do jeżdżenia po świeżo rozsypanej warstwie tłucznia, przedstawiającej duży opór dla ruchu wozów i zgnębnie oddziaływającej na kopyta koni i koła wozów; z drugiej strony ubijana w ten sposób warstwa tłucznia nie tworzyła trwałej powłoki, bo była ubijana niesystematycznie, przypadkowo i była w czasie tego ubija-

nia zanieczyszczona przez błoto i nawóz, co przyczyniało się do zmniejszania ścisłości i, co zatem idzie, trwałości powłoki.

Dopiero w połowie XIX wieku zaczęto stosować do ubijania warstwy tłucznia specjalne maszyny - walce drogowe - z początku konne, a potem parowe i spalino-
we.

W a l c e k o n n e . Początkowo budowano je z bali drewnianych i obijano grubą blachą. Na końce osi opierano ramę drewnianą, do której przymocowane były dyszle i orczyki. Do ramy



Rys. 29.

przymocowywano dwie skrzynie, które można było wypełniać kamieniem i obciążać. Później zamiast walca drewnianego zaczęto używać bloków kamiennych /granitowych/ co jednak nie było bardzo praktyczne, gdyż walce kamienne szybko się zużywały lub pękały. Wreszcie zaczęto walce drogowe budować z żelaza lanego. Opis i rysunki kilku walców konnych żelaznych podane są w "Współczesnej technice budowy i utrzymania dróg gruntowych" /str.46 49/ M.Nestorowicza.

Opisane tam nowsze walce konne amerykańskie mają tę ujemną stronę, że waga ich jest stała, tymczasem przy walcowaniu dróg bitych bardzo pożądaną i pożyteczną rzeczą jest możliwość stosowania walców o zmiennej wadze: przy używaniu takich walców możemy przy początku roboty, kiedy warstwa tłucznia jest nieubita i przy ruchu daje duży opór, stosować mniejsze obciążenie, które w miarę uwalcowywania jezdni można powiększać stopniowo. Pod tym względem praktyczny jest w użyciu typ walca, /Rys. 29/, wyrabianego w warszawskiej fabryce Braci Gayzler, pozwalający na zmianę wagi od 4 do 7 ton na $1\frac{1}{2}$ tonny - obciążenie wodą bębna i $1\frac{1}{2}$ tonny - obciążenie skrzyń ziemią lub kamieniem/ co daje możliwość przy szerokości bębna 1.20 m. zwiększać ciśnienie na 1 cm. bież. szerokości bębna od 33 do 60 kg. = C.

W niektórych walcach konnych ciśnienie to może być zwiększone do 70 i nawet 100 kg. na 1 cm. bież. szerokości bębna. -

Amerykańskie walce dają obciążenie mniejsze od 30 do 60 kg., co dla walcowania dróg bitych z twardego tłucznia jest stanowczo za mało.

Dla porównania: ciśnienie koła wozu wagi sześciu ton na szerokości obręczy 10 cm. daje na 1 cm. bież.

obciążenie koła $\frac{6000}{4 \cdot 10} = 150 \text{ kg}$

Praktyczne względy wpływają na takie konstruowanie walca, aby doń, przy największem obciążeniu, nie trzeba było zaprzęgać większej ilości koni, niż osiem. większa ilość koni utrudnia obroty i zmniejsza wydajność ich pracy.

Każdy walec konny powinien być zaopatrzony w hamulce i skrobaczki. Pierwszy jest konieczny przy walcowaniu na spadkach, drugie są konieczne ze względu na potrzebę oczyszczania bębna od przylepiających się brył ziemi.

W a l c e p a r o w e i s p a l i n o w e.
W ostatnich czasach przy budowie i utrzymaniu dróg bitych walce konne były wyparte w wielu krajach przez walce parowe i spalinowe.

Najwięcej rozpowszechnione walce parowe, w rzucie poziomym przedstawiają się szematycznie jak na rys 30.

Przednie koło skrętne składa się z dwóch dzwon; tylne koła są rozstawione nieco mniej, niż na szerokość przedniego koła; szerokość przedniego koła bywa około 1.20 m. szerokość śladu tylnych kół bywa do 2,5m średnio szerokość ugniatanego pasa jezdni wynosi około 2,0 m.

Ogólna waga walców parowych wynosi od 3 do 25 ton

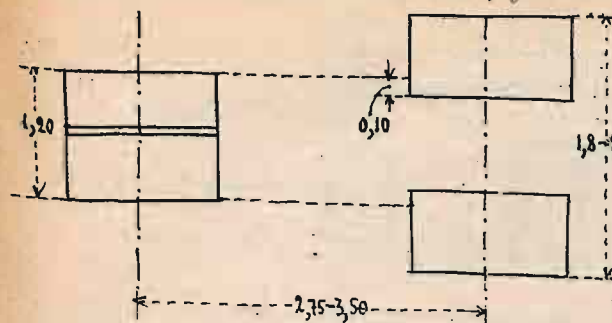
z obciążeniem wodą i paliwem; ciężar przypadający na koła przednie wynosi często $\frac{1}{3}$ ogólnej wagi walca; pozostała część wagi przypada na koła tylne.

Wielkość obciążenia kół bywa rozmaita: od 50 do 150 kg. na 1 cm. bieżącej szerokości obręczy kół; bywa więc doprowadzona do większej normy, niż przy walcach konnych, co jest jedną z przyczyn ich szerokiego stosowania. Silniki parowe zwykle bywają jednocyylindrowe, rzadziej dwucylindrowe-sprężone, o mocy od 15 do 50HP. Prężność pary w czasie pracy od 6 do 15 atmosfer. Kotły wodnorurkowe leżące, co jest ujemną stroną przy walcowaniu dróg na długich i znacznych spadkach /gdyż wywołać może przepalenie rur płomiennych(opłomków)/; jako opał można używać drzewo, węgiel kamienny, a przy odpowiednim dostosowaniu paleniska i ropę naftową.

Do obsługi walca parowego potrzebny jest maszynista i pomocnik; ujemną stroną parowych walców, jest konieczność dowożenia w dużej względnie ilości wody i opału; przy odległości jednego kilometra od wody i składu opału do walca potrzeba mieć 4 parokonne podwody. Jeśli woda jest blisko - w rowach lub strumieniach, przecinających drogę, można ją czerpać wprost przy pomocy pompy urządzonej na walcu.

Mniej są rozpowszechnione walce parowe szematycz-

nie przedstawione na rysunku 31 z kotłem stojącym i



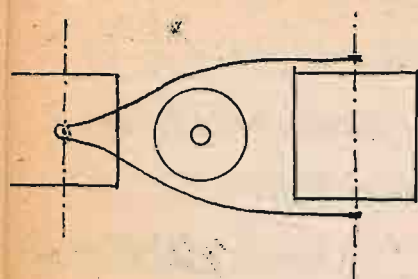
dwoma kołami, z których przednie jest skrotne; walce takie wyrobiane są nawet u nas w kraju w fabryce Zieleniewskiego w Krakowie.

Rys. 30

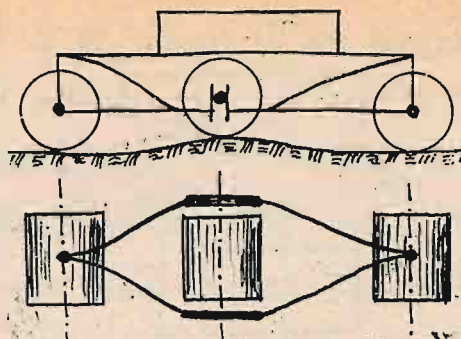
W ostatnich czasach szybko zaczęły się rozpowszechniać walce o silnikach spalinowych - na benzynę, naftę lub ropę. Schemat ogólny takich walców zbliżony jest do schematu walców parowych zarówno typu przedstawionego na rys. 30 jak typu przedstawionego na rys. 31.

Silniki spalinowe bywają, jedno - dwu - lub czterocylindrowe o sile od 20 do 60 HP; wymagają mniejszej obsługi - jednego maszynisty i nie wymagają podwóu do dowożenia wody i opału jak przy walcach parowych, gdyż walec spalinowy zabiera zwykle potrzebną na cały dzień pracy ilość paliwa ; wzamian silnik spalinowy wymaga umiejętniejszej i staranniejszej obsługi.

Wreszcie w ostatnich latach zjawily się walce spalinowe trzykołowe typu wskazanego na rys. 32. Skrajne koła są skrotne, środkowe prowadzące ma możność przesuwania się w kierunku pionowym, co jest konieczne przy przejeździe walca po nierównych miejscach jezdni.



Rys. 31



Rys. 32.

aby uniknąć
zawieszenia
jednego z
kół w powie-
trzu.

Do każdego

winny być zakupione: 1/ odpowiednia ilość /1-3/ beczek żelaznych z przyrządami do równomiernego polowania wodą 2/ mała pompa przenośna 3/ wagon mieszkalny w którym maszynista z pomocnikiem zamieszkuje w czasie pracy w polu i ma podręczny skład części zapasowych i narzędzi dla wy-
^{ko}nywania drobnych napraw.

Walcowanie dróg bitych. Walcowanie rozsypanej warstwy tłucznia jest bardzo ważnym momentem przy budowie dróg bitych.

Jeżeli walcowanie wykonane będzie prawidłowo pod względem technicznym, otrzymany powłokę mocną, trwałą i gładką, dobrze znoszącą nawet silny ruch kołowy.

Natomiast niedbale lub nieumiejętnie wykonane walcowanie nawierzchni drogi bittej może być przyczyną szybkiego zniszczenia nawierzchni drogi bittej i co za tem idzie wielkich strat materialnych.

Z tego względu na prawidłowe walcowanie dróg bi-

tych winna być zwrócona pilna uwaga.

Przedewszystkiem do rozsypania warstwy tłucznia, mającej utworzyć nawierzchnię drogi bitej powinno się przystępować dopiero wtedy, gdy plant drogi w zupełności osiadzie. Szczególniej na tę okoliczność powinno się zwrócić uwagę przy budowie dróg bitych na większych nasypach, zbudowanych z gorszych gruntów, jak gliny, iłu i t.p. Przed ostatecznem osiadaniem plantu w tych wypadkach nawierzchnia drogi bitej nie powinna być budowana, ponieważ przy osiadaniu będzie narażona na pękanie i nierównomierne osiadanie - ze szkodą dla jej trwałości.

Warstwę tłucznia możemy walcować odrazu na całej grubości lub też częściowo; w pierwszym wypadku rozsypujemy tłuczeń warstwą przewidzianą w projekcie drogi i walcujemy odrazu całą warstwę; w drugim wypadku rozsypujemy wpierw dolną warstwę, walcujemy ją i dopiero potem rozsypujemy górną warstwę i walcujemy oddzielnie; ten ostatni sposób stosujemy w szczególności wtedy, gdy używamy tłucznia o różnej grubości ziarna: grubszy na dolną warstwę /bez kamiennego pokładu/, drobniejszy - na górną, lub, gdy na wierzchnią warstwę używa się tłucznia twardego /np. bazaltowego/, a na dolną - ze względów oszczędnościowych - tłucznia miękkie

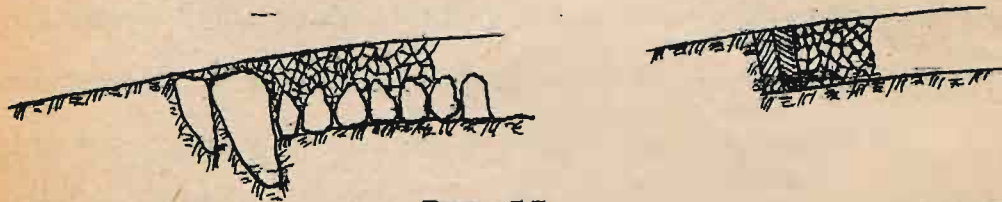
go /np. z kamienia wapiennego/.

Częściej jednak - zwłaszcza przy zastosowaniu pokładu kamiennego walcuje się odrazu całą warstwę tłucznia.

Przy walcowaniu dróg bitych należy przestrzegać następujących prawideł:

1. Rozsypywany tłuczeń winien być czysty, bez domieszek obcych: winien więc być przed rozsypaniem przesiany /"przeairfowany"/ przez sita druciane w celu oddzielenia miazgu i pyłu, powstałego przy rozbijaniu kamienia w tłuczeń, oraz błota i kurzu, naniesionego przez przejeżdżających.

2. Aby przy walcowaniu nie rozsuwały się boki jezdni należy je odpowiednio ubezpieczyć. W tym celu



Rys. 33.

należy boki koryta, przygotowanego w planie drogi dla warstwy tłucznia wzmocnić zapomocą jednego lub dwóch rzędów krawężników - kamieni ostrzem w dół ustawionych które pierwsze zaraz przejście walca wciśnie w grunt i utworzy mocną oporę. Jeżeli wzmocnienie zapomocą

- 61 -

krawężników jest za drogie, można zastąpić je darniną ustawioną "na sztorc" w dwa lub więcej rzędów; przyciśnięta walcem, może ona utworzyć dość mocną oporę. /Rys. 33/

3. Przy walcowaniu tłucznia należy do warstwy tłucznia dodać odpowiednią ilość wiążącego materiału /lepiszcza/; powinien on być dodany w odpowiedniej chwili walcowania, gdy warstwa tłucznia została przez walcowanie dostatecznie ułożona, związana, a dalsze walcowanie jej bez dodania materiału wypełniającego i wiążącego mogłoby spowodować "przewalcowanie" tłucznia t.j. zaokrąglenie jego ziaren bez związania w zbitą masę.

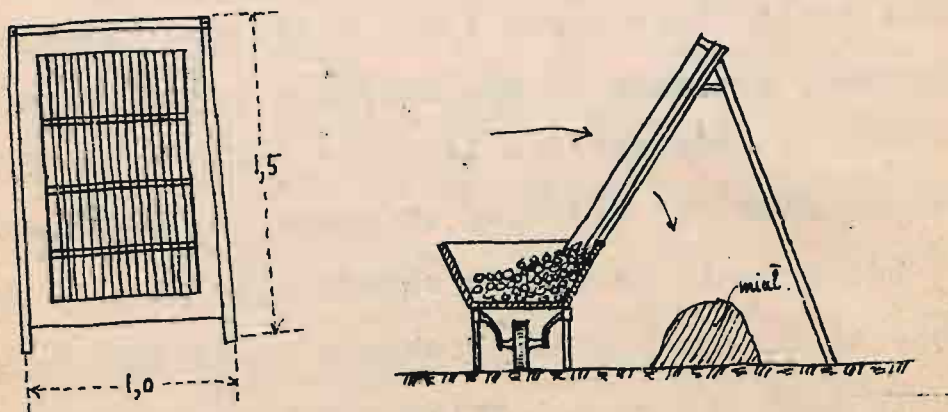
4. Dobrze uwalcowana nawierzchnia drogi bitej winna mieć gładką i równą powierzchnię, prawidłowy przekrój poprzeczny i podłużny, powinna być ścisłą o składzie równomiernym i powinna stanowić niejako monolit.

5. Nawierzchnia drogi bitej powinna zawierać nie mniej niż 80 - 85 % tłucznia i resztę 20 - 15 % materiału wypełniającego i wiążącego /lepiszcza/, a po uwalcowaniu powinna być nieprzepuszczalna dla wody.

Aby otrzymać nawierzchnię odpowiadającą powyższym warunkom, walcowanie nawierzchni drogi bitej wykonywamy w sposób następujący:

Przed rozsypaniem tłuczeń przesiewamy na sitach

/"arfach"/ drucianych o otworach szerokości 1 - 2 cm.
na to sito ustawione pod pewnym kątem do poziomu /45%/
rzucany jest tłuczeń szuflami /Rys. 34/



Rys. 34.

W przygotowane uprzednio koryta rozsypujemy tłuczeń
na takich tylko przestrzeniach, które w krótkim czasie
możemy uwalcować. Przy stosowaniu walców konnych, odcin-
ki walcowane powinny być nie krótsze niż 300 - 400 m.,
gdyż na krótszych za dużo czasu traciłoby się na prze-
próganie koni lub obracanie walca.

Przy jednoczesnem zastosowaniu kilku walców konnych
na jednym odcinku można długość jego odpowiednio powię-
kszać. W żadnym jednakrazie długość odcinka walcowane-
go nie powinna wynosić więcej niż 600 - 700 m., ponie-
waż konie ciągnące walec musiałyby przystawać dla od-
poczynku gdzieś w pośrodku odcinka, co nie byłoby do-
godne: ze względu na oszczędność czasu lepiej łączyć

odpoczynek koni z przeprzeganiami ich, względnie z obracaniem walca i dlatego nie należy walcować walcami konnymi odcinków dłuższych niż 600 - 700 m.

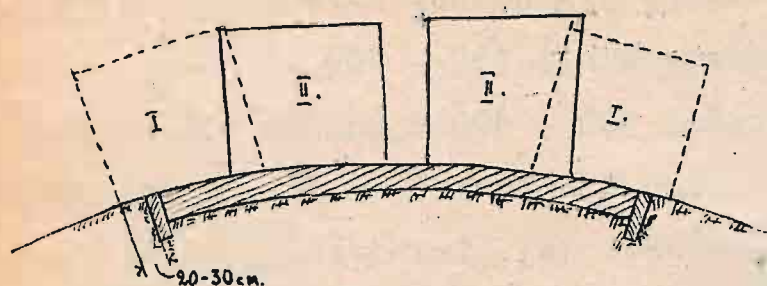
Odcinek długości 300 - 400 m. konnym walcem może być uwalcowany w ciągu 4 - 10 dni, w zależności od szerokości jezdni, grubości jej, twardości tłucznia i t. p. warunków.

Należy unikać rozsypania tłucznia odrazu na całej długości robót - na całych kilometrach, gdyż tłuczeń przez czas dłuższy rozsypany w korycie zanieczyszcza się, szczególnie gdy po budowanej drodze odbywa się ruch kołowy: pomimo wszelkich ogrodzeń i zabezpieczeń warstwa tłucznia rozrzuca się i rozjeżdża.

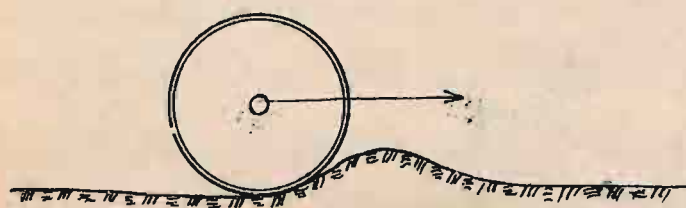
Przy stosowaniu walców parowych lub spalinowych odcinki walcowane mogą być bardzo krótkie; zwykle walcuje się odcinek takiej długości, aby go można było zupełnie uwalcować w ciągu jednego dnia roboczego, np. 50 - 100 m. Przy walcach mechanicznych nie tracimy czasu na przeprzeganie koni lub obracanie walca i dlatego też odcinki walcowane mogą być względnie krótkie.

Długość odcinka, jaki może być uwalcowany przy pomocy walca parowego zupełnie w ciągu dnia roboczego zależy od szerokości i grubości jezdni i rodzaju tłucznia.

Walcowanie jezdni drogi bitej rozpoczyna się od



Rys. 35.



Rys. 36.

brzegów: walec
ustawia się tak
aby obejmował

pas

pobocza szerokości 20 - 30 cm

Po walcowaniu odcinku w jednym kierunku prowadzimy walec jednym brzegiem jezdni, z

powrotem - drugim brzegiem jezdni /położenie walca I na rys. 35/

Ku środkowi jezdni nie przesuwamy się z walcem dotąd, dopóki przed walcem nie przestanie się ukazywać fala wypieranego przed walcem tłucznia, to jest dotąd dopóki tłuczeń nie uwalcuje się i nie zwiąże o tyle, że ciężar i ruch walca nie będzie wypierał tłucznia

/Rys. 36/. Wtedy możemy przesunąć walec ku środkowi jezdni jednak o tyle, aby nowe położenie walca /II na rys 35/ nakrywało poprzednie przynajmniej 20 - 30 cm.

Po uwalcowaniu tego pasa przesuwamy się o szeroko-

kość walca ku środkowi drogi.

Jednym z najważniejszych warunków prawidłowego walcowania jest ciągle utrzymywanie tłucznia w stanie mokrym, w tym celu, o ile w czasie roboty mamy pogodę suchą, polewa się warstwę walcowanego tłucznia wody przy pomocy beczkowozów specjalnie w tym celu zbudowanych lub w ostateczności przy pomocy zwykłych beczek umocowanych na zwykłych wozach gospodarskich.

Przez polewanie walcowanie tłucznia staje się szybsze i łatwiejsze tłuczeń łatwiej się układa i prędzej się wiąże. Walcowanie na sucho jest szkodliwe gdyż po pewnej ilości przejeżdż walca tłuczeń przestaje się układać w ściśłą warstwę i zaczynają się obcierać ostre kanty przez co tłuczeń traci na wartości.

Przy dłuższem walcowaniu na sucho tłuczeń zupełnie się zaokrągli ale nie uwalcuje.

Przy polewaniu walcowanego tłucznia należy zachować pewną miarę. Tłuczeń powinien być mokry ale ilość nie powinna być za duża, gdyż plant drogi - koryto wody może rozmięknąć i warstwa tłucznia pod ciężarem walca może być w planu wcisnięta i w nim rozmieszana.

Gdy warstwa tłucznia przy walcowaniu ubija się o tyle że przed walcem nie tworzy się fala należy przy stąpić do tak zwanego "miałowania" to jest wypełnienia

wolnej przestrzeni pomiędzy kawalkami tłucznia "miałem" otrzymanym w postaci drobnych okruchów przy tłuczeniu kamienia. Miał rozsypuje się cienką warstwą 1 - 1½ cm po powierzchni podwalcowanej warstwy tłucznia: grubszej warstwy nie należy rozsypywać gdyż miał powinien być wciskany w nawierzchnię stopniowo.

Początkowo powinno się rozsypywać grubszy miał, potem drobniejszy: pożądana rzecz dla tego celu jest przesianie miału na dwa gatunki: grubszy i drobniejszy.

Miał nie powinien zawierać błota i gliny, gdyż to powodowałoby obniżenie trwałości nawierzchni drogi bityj.

Pokreslić należy, że miałowanie winno być rozpoczęte w odpowiednim momencie walcowania: jeżeli rozpocznie się je za wcześnie, nawierzchnię drogi bityj otrzymamy mało ściśłą, związaną i zawierającą zbyt dużą ilość miału.

Gdy zaś moment rozpoczęcia miałowania jest spóźniony, walcowany tłuczeń traci swoją "kanciastość", przez co zdolność wiązania jego się zmniejsza.

Zawartość miału w dobrze budowanej nawierzchni drogi bityj nie powinna przekraczać 15 - 20% jej objętości.

Aby przy walcowaniu nawierzchni drogi bityj /szczególnie bez pokładu kamiennego/ słabsze grunty /np. piasek/ nie wciskały się w tłuczeń od spodu, przed rozsypa-

niem warstwy tłucznia powierzchnię koryta pokrywamy cienką warstwą słomy, perzu, igliwia, wrzosu i t. p. i dopiero potem rozsypujemy tłuczeń.

Walcowanie z jednoczesnem stopniowem miałowaniem należy prowadzić dotąd, dopóki warstwa tłucznia nie utworzy mocnej nawierzchni. Praktyczna wskazówka, że nawierzchnia jest dostatecznie uwalcowana, może być utrzymana w sposób następujący: jeżeli pod walec rzucimy kawałek tłucznia i ten nie wcisnie go w nawierzchnię, a rozmiądzy, może to do pewnego stopnia stanowić wskazówkę, że nawierzchnia jest dostatecznie awalcowana.

Również w tym celu możemy obserwować przejazd ciężkiego wozu po świeżo uwalcowanej nawierzchni: pod kołami tłuczeń nie powinien się rozsuwać i tworzyć koleiny oraz nie powinien wydawać pewnego charakterystycznego chrzęstu, pochodzącego od tarcia kawałków tłucznia pomiędzy sobą.

Należy unikać aby świeżo uwalcowana droga była zaraz po skończeniu walcowania oddawana do użytku, niektórzy radzą po ukonczeniu walcowania powierzchnię nawierzchni pokryć 2 - 3 cm. warstwą miálu i przez 10 - 14 dni nie oddawać do użytku, aby w warstwie uwalcowanego tłucznia mógł nastąpić proces zcementowania się nawierzchni drogi całej w jedną płytę.

Przy walcowaniu nawierzchni drogi bitej przy tarciu wzajemnem ziaren tłucznia o siebie wytwarza się pył kamienny, mający własności słabego cementu. Po uwalcowaniu i wyschnięciu nawierzchnia tworzy jednolitą płytę: jeżeli nawierzchnia jest dobrze uwalcowana, można z niej wyrąbać kawały nawierzchni dość mocno zdemontowane i zwarte, które dopiero rzucone z góry o ziemię rozsypują się w mniejsze kawały.

Zdolność cementowania nie jest różna w różnych materiałach używanych do budowy dróg; jest ona duża w granitach i różnych kamieniach narzutowych, wapieniach, piaskowcach wapiennych, mniejsza zaś w porfirach, bazaltach, kwarcytach, krzemieniach i t.d.

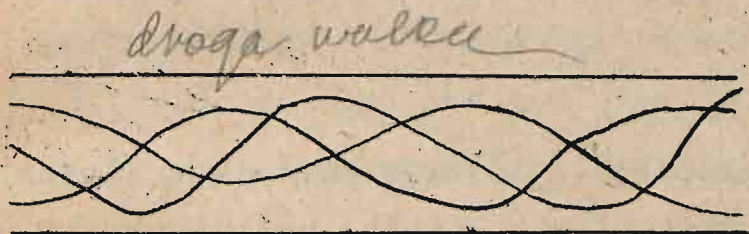
Gdy zachodzi potrzeba niezwłocznego oddania świeżo uwalcowanej drogi ubitej do użytku, należy przez pewien czas regulować ruch kołowy przez zakładanie kamieni na jezdni i uważać aby ruch ten odbywał się w różnych kierunkach. Osiąga się to bardzo łatwo przez przesuwanie



Rys. 37.

co pewien czas /np co dzień/ założonych kamieni. /Rys 37/

Jeżeli droga bitą zaraz należy oddać do użytku a mamy ciężki walec parowy lub spalinowy do dyspozycji, należy po otwarciu ruchu kołowego na drodze od czasu do czasu przejść walcem linją węzowatą /Rys 38/ aby zapobiedz wszelkim drobnym miejscowym deformacjom i zarównać koleiny, jakieby mogły się utworzyć



Rys. 38.

Pozostaje jeszcze do powiedzenia, jak długo powinno trwać

walcowanie drogi bitanej: zależne to jest od twardości i rodzaju tłucznia, grubości nawierzchni, szerokości jej, rodzaju podłoża, względnie od zastosowania lub niezastosowania kamiennego podkładu, wreszcie od sposobu wykonywania walcowania. Gdy mamy możliwość stosowania walców o zmiennej wadze w dość szerokich granicach np rozpoczynamy walcowanie lekkimi konnymi walcami, które możemy stopniowo obciążać, a następnie stosujemy lekkie walce parowe, wreszcie ciężkie parowe/ wtedy można osiągnąć dość znaczną oszczędność na czasie walcowania.

Podajemy niżej kilka danych z praktyki: jeden kilometr drogi bitej o szerokości jezdni 4,5 m. o grubości warstwy tłucznia 15 - 20 cm. przy pomocy konnego walca może być uwalcowany w ciągu 15 - 25 dni; czas trwania walcowania przy zastosowaniu walców parowych lub spalinowych może być o kilka dni skrócony.

Porównanie pracy walców parowych względnie spalinowych z pracą walców konnych. Nasuwają się następujące uwagi.

Walce parowe względnie spalinowe ugniatają stosunkowo większe ilości tłucznia niż walce konne, dzięki temu, że walce mechaniczne łatwiej i szybciej zmieniają kierunek ruchu, i dają znacznie większe obciążenie, niż przy konnych.

2. Walce parowe względnie spalinowe wykonywały przed wojną pracę znacznie taniej niż walce konne, szczególnie gdy nawierzchnia budowana była z twardych galunków kamienia. Obecnie skutkiem braku koni stosunek ten zapewne jeszcze bardziej przechylił się na korzyść walców parowych lub spalinowych.

3. Walce parowe względnie spalinowe lepiej i dokładniej walcują drogi bite, niż konne, co ma ogromny wpływ na zwiększenie trwałości nawierzchni drogi bitej i, co za

tem idzie zmniejszenie kosztów utrzymania.

4. Walce parowe, a w szczególności spalinowe, bez trudności mogą być stosowane na dużych i długich spadkach na których walce konne z trudnością dają się zastosowywać.

5. Ujemną stroną walców parowych lub spalinowych jest ich zbyt wielka waga w początkowym okresie walcowania dla tego też należy na większych robotach mieć zawsze cięższe i lżejsze walce. Drugą ujemną stroną tych walców jest to, że waga ich jest zwykle stała i tylko w rzadkich wypadkach może być zmienna.

6. Uruchomienie walców konnych zależy jest od możliwości wynajęcia koni, gdyż administracja drogowa zwykle dla tego celu koni nie posiada: uruchomienie walców parowych lub spalinowych od tych miejscowych warunków nie jest zależne.

7. Siła silnika walca parowego lub spalinowego może być w czasie wolnym od walcowania zużytkowana np. do tłuczenia kamieni, przesiewania tłuczni, do transportowania cieżarów i. t. p.

Utrzymanie dróg bitych /używanie i niszczenie dróg/ wywołują 1/ czynniki atmosferyczne, jak deszcze, mrozy i t. p. i 2/ ruch odbywających się na tej drodze.

Gdyby zostawie drogę bitą zaraz po jej wybudowaniu bez stałej opieki i nie wykonywać robot mających na celu utrzymanie drogi w porządku droga ta prędko uległaby zniszczeniu.

Aby do tego nie dopuścić na każdej drodze, na której odbywa się jakikolwiek ruch kołowy, należy zorganizować stałą opiekę aby można było natychmiast wykonywać różne roboty, niezbędne do utrzymania drogi w stanie używalności.

Zorganizowanie stałej opieki nad drogami bitymi i wykonywanie różnych robot niezbędnych do otrzymania ich w porządku - stanowi tak zwane utrzymanie dróg bitych inaczej konserwacja dróg bitych.

Racjonalne utrzymanie dróg bitych nie jest bynajmniej rzeczą prostą i łatwą: wymaga ono praktyki w tym kierunku inteligencji technicznej i przede wszystkim zmysłu gospodarczego. Zadaniem technika któremu powierzone utrzymanie dróg bitych jest utrzymywać te drogi możliwie tanio i możliwie dobrze pod względem technicznym pogodzenie tych dwóch warunków, zwykle sprzecznych stanowi główną trudność tego technicznego zadania.

Technika utrzymywania dróg bitych w ostatnich czasach została znakomicie udoskonalona i posiada bardzo obszerną literaturę.

W niniejszym wykładzie podane zostaną ogólne zasady utrzymania dróg bitych.

Statystyka ruchu na drogach
Na zużywanie drogi bitej oddziałują przede wszystkim ruch jaki odbywa się na tej drodze im ruch ten jest intensywniejszy i cięższy tem prędzej zużywa się nawierzchnia drogi. Zachodzi więc z tego powodu potrzeba zmierzenia tego ruchu t.j. przeprowadzenie statystyki ruchu.

Gdy mamy przeprowadzona statystykę ruchu, możemy określić związek jaki zachodzi pomiędzy napięciem ruchu odbywającego się na danej drodze, a ilością ścieżanego i zużywanego materiału nawierzchni drogi bitej.

Statystykę ruchu na drogach przeprowadza się przy pomocy służby drogowej w sposób następujący.

Drogi dzieli się na odcinki mające mniej więcej jednakowy charakter ruchu i jednakową gęstość ruchu. Na każdym odcinku obserwuje się ruch w ciągu kilka dni w roku np. dwa dni w zimie dwa dni w jesieni dwa dni na wiosnę i dwa dni w lecie. Na każdym odcinku funkcjonariusze drogowi w ciągu całej doby rejestrują ruch na drodze.

Przeciętna z danych rejestracji ruchu dla danego odcinka drogi daje nam przybliżoną ilość ruchu nad-

W tym odcinku na dobe dla całego roku.

Rejestracje ruchu możemy prowadzić na różnych zasadach: Inaczej prowadzona jest statystyka ruchu we Francji, inaczej w Niemczech.

We Francji statystyka ruchu prowadzi się bardzo starannie od roku 1844. Obliczenia ruchu wykonywa się w odstępach czasu co 5 - 8 lat.

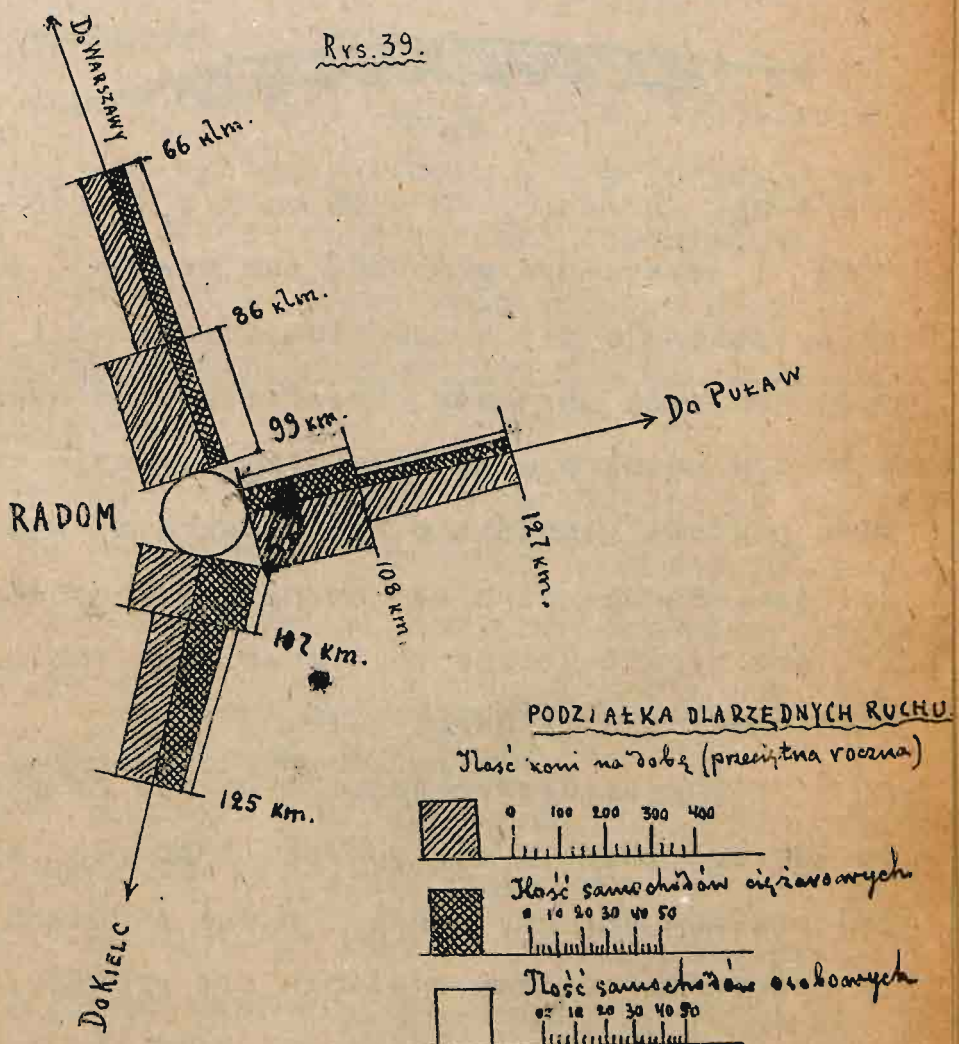
Rejestracja ruchu do niedawna jeszcze była bardzo uproszczona: wozy ładowne zapisywano jako jednostkę $/1/$, wozy gospodarskie i próżne wozy handlowe za $"\frac{1}{2}"$, konie i bydło rogale za $"1/5"$, drobne zwierzęta za $"1/30"$. Tym sposobem ilość ruchu wyrażono w jednej jednostce - w ilości wozów ładownych.

W Niemczech do niedawna ilość ruchu wyrażano w ilości koni względnie innych zwierząt pociągowych przechodzących na dobe przez dany odcinek.

Obecnie w grę wchodzi nowy czynnik ruchu, samochody osobowe ciężarowe i pociągi drogowe. Ten czynnik powinien być rejestrowany oddzielnie gdyż w inny sposób działa na nawierzchnie, niż zwykły ruch kołowy.

Wyniki przeprowadzonej statystyki ruchu na drogach zwykle poglądowo zbiera się na szematycznych mapach $/Rys\ 39/$, na których ilość ruchu na poszczególnych odcinkach dróg podaje się w przyjętej skali oddzielnie

dla ruchu kołowego /np: ilość koni/, oddzielnie samochodowego, /oddzielnie ilość samochodów osobowych oddzielnie ilość samochodów ciężarowych/



Pomiary grubości warstwy tłuczni. Rzecz ważna jest określanie ilości ściieranego przez ruch na drodze materiału jezdni drogi bityj, w tym celu winniśmy systematycznie co pewien

czas przeprowadzać pomiary grubości jezdni dróg bitych

Pomiary te przeprowadzamy w przekrojach poprzecz-
nych co 200 lub 500 m bież. przez wykucie niewielkich

tworów



Rys. 40.

/Rys 40/

w na

wierzchni /średnicy 10 - 15 cm / w środku i po bokach
drogi i zmierzenie grubości nawierzchni, poczem otwo-
ry te zasypuje się z powrotem tłuczniem i ubija za po-
mocą ręcznych ubijaków. Przeciętna z pomiarów grubości
w jednym przekroju poprzecznym przyjmuje się za gru-
bość powłoki tłucznia w tym przekroju. Pomiary grubo-
ści nawierzchni dają nam możliwość przeprowadzenia kontro-
li, aby niedopuszczać zbyt znacznego zmniejszenia gru-
bości nawierzchni drogi bityj

Przy prawidłowej gospodarce nie należy dopuszczać
do takiego zużycia się powłoki tłucznia, aby się obna-
zał pokład kamienny. jeżeli niema podkładu to nie nale-
ży dopuszczać do zmniejszenia się grubości powłoki tł-
ucznia do 10 - 12 cm. gdyż już przy tej grubości może
nastąpić przełamywanie się jezdni

Sposoby uzupełnienia nawie-
rzhni dróg bitych. Pod wpływem ruchu
nawierzchnia zużywa się, częściowo scierając się częściowo