

- 1 -

## ROZDZIAŁ IV.

### NAWIERZCHNIA DRÓG.

-----

---ooOoo---

#### 1. DROGI GRUNTOWE.

/Patrz "Współczesna technika budowy i utrzymania dróg gruntowych" Inż. M. Wł. Nestorowicza Warszawa 1919 r. Rozdziały I, II, III, IV. /

#### 2. DROGI ŻWIROWANE.

/Patrz także rozdział V /.

#### 3. WZMACNIANIE DRÓG PIASKOWYCH, GLEBIASTYCH I DRÓG NA TORFOWISKACH.

/Patrz także rozdział V /.

#### 4. DROGI BITE.

U w a g i o g ó l n e. Drogami bitymi nazywać będziemy drogi, mające nawierzchnię z warstwy tłuczonych kamieni, czyli tłucznia /często nazywanego w Kongresówce szabrem, a w Galicji - szutrem/; ta warstwa

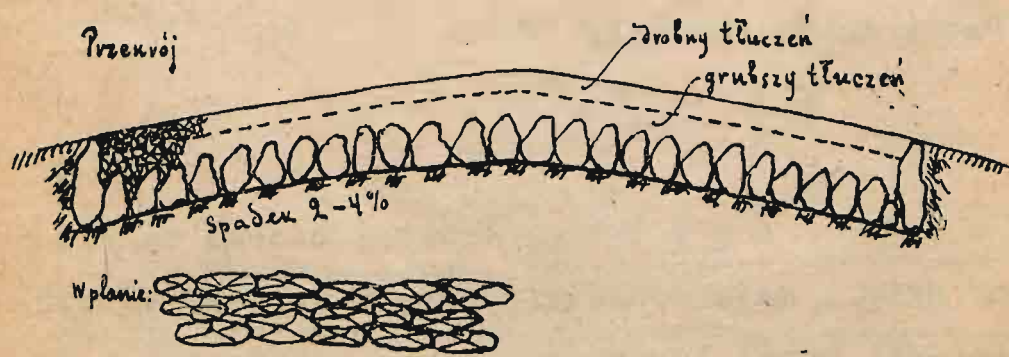
ugniata się specjalnymi maszynami - walcami drogowymi i tworzy gładką i twardą powłokę.-

Początek budowy dróg bitych sięga czasów rzymskich: w wielu miejscach słynne drogi rzymskie były budowane z kamienia tłuczonego.

Właściwie jednak na dobre zaczęto budować drogi bite dopiero na początku XIX wieku.

Powstały wtedy dwa zasadnicze systemy budowy dróg bitych, które z pewnymi zmianami i poważnymi udoskonaleniami przetrwały do czasów obecnych.

Pierwszy system inżyniera francuskiego Tresaguet'a polega na tem, że w koronie drogi urządzone jest wgłębienie - koryto - takiej głębokości, jakiej grubości ma być nawierzchnia z tłucznia /Rys.1 /. Koryto ma spadek poprzeczny 2 - 4 %.



Rys.1.

1 W korycie układa się kamienie jeden obok drugiego. Początkowo układano te kamienie na płask: sposób taki układania był stosowany przy budowie wielkich gościńców w Kongresówce w okresie 1820 - 1850 r.; później ten pokład kamienny zaczęto układać inaczej: używano nań kamieni łupanych, niezbyt wielkich wymiarów /15 - 25<sup>cm</sup>/, układano je ściśle jeden obok drugiego ostrzami do góry / "na sztorc" /.

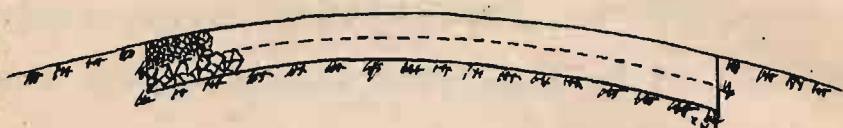
Na taki pokład /zwany "fundamentem"/ sypie się warstwę kamienia drobno tłuczonego t.j. tłucznia, który po umiejętnem ubiciu przy pomocy specjalnych maszyn - walców drogowych - czyli po uwalcowaniu, tworzy twardą i gładką nawierzchnię.

Warstwa tłucznia niekiedy składa się z dwóch warstw: dolnej z grubszego tłucznia / 6 - 8 cm w średnicy/ i wierzchniej z drobniejszego tłucznia /4 - 6 cm. w śred/; na dolną warstwę może być dany słabszy, miększy kamień, na wierzchnią, o ile można twardszy.

Drugi s y s t e m i n ż y n i e r a M a c A d a m a polega na tem, że do koryta urządzonego w koronie drogi w taki sam sposób, jak w pierwszym systemie, nasypuje się warstwa tłucznia wprost na ziemię; niekiedy składa się ona z dwóch: dolnej - z grubszego tłucznia /6 - 8 - 10 cm. średnicy/ i wierzchniej z drob-



niejszego tłucznia /4 - 6 cm. w średnicy/. I w tym wypadku dolną warstwę możemy dać z więcej miękkiego kamienia, wierzchnią zaś staramy się dać z mocniejszego twardszego kamienia. (Rys. 2)



Rys. 2.

Od czasu powstania dróg bitych t.j. od początku XIX wieku do czasu obecnego technika budowy i utrzymania tych dróg znacznie się udoskonaliła; nie jest ona taka prosta i szablonowa, jak to sobie ogół wyobraża, przeciwnie wymaga dokładnej znajomości przedmiotu i dużego doświadczenia od ludzi zajmujących się budową i utrzymaniem dróg bitych; brak jednego lub drugiego często może stać się przyczyną nieumiejętnego lub nieracjonalnego budowania i utrzymania tych dróg, co znowu powoduje straty materialne i zły stan dróg.

Jak wiele stan dróg i koszt budowy i utrzymania ich zależy od przygotowania personelu technicznego pod względem fachowym, dowodzi porównanie wyników gospodarki drogowej we Francji i u nas na terenie Kongresówki za czasów gospodarki rosyjskiej: we Francji drogi bi-

te kosztowały i kosztują tanio, są bardzo gładkie, znoszą znakomicie nawet ciężki intensywny ruch; u nas drogi bite za czasów rosyjskich przeważnie były złe, kosztowały drogo i nie były odpowiednie dla intensywnego ruchu ciężarowego.

Inżynierowie gospodarujący na drogach bitych winni dobrze się obznajmić z współczesną techniką budowy i utrzymania dróg bitych, aby wprowadzić u nas postęp w tej dziedzinie techniki.

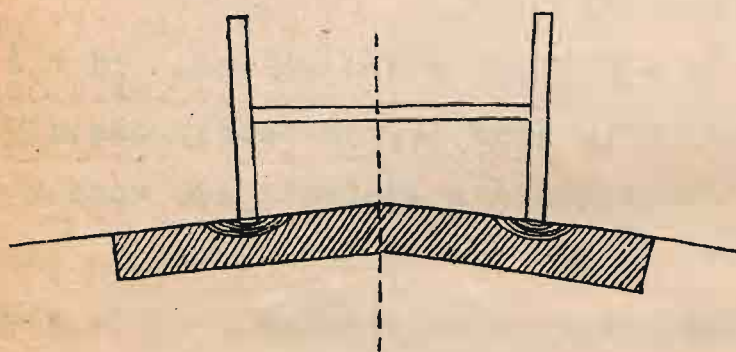
U s t r ó j      n a w i e r z c h n i      d r ó g  
b i t y c h. Nawierzchnia dróg bitych tworzy się z  
warstwy tłucznia na pokładzie z kamienia lub wprost na ziemi.

Przy budowie dróg bitych największą pozycję kosztów zwykle stanowi koszt dostawy i rozbicia w tłuczeń odpowiedniej ilości kamienia.

Wobec tego przy budowie nawierzchni drogi bitej powinniśmy zastosować takie najmniejsze wymiary nawierzchni t.j. szerokość i grubość, któreby były dostateczne dla spodziewanego ruchu na budowanej drodze i które jednak nie powodowałyby nadmiernego zużycia nawierzchni lub jej zniszczenia.

S z e r o k o ś ć      n a w i e r z c h n i. Szerokość nawierzchni winna być przystosowana do intensywno-

ności i charakteru ruchu kołowego, jaki ma się odbywać na budowanej drodze. Przysłabym ruchu o charakterze lekkim, gdy po drodze odbywa się przeważnie ruch wozów gospodarskich lekko obciążonych, można budować nawierzchnię względnie wąską i dojść nawet do szerokości trzymetrowej. Zwykle na takich wąskich nawierzchniach wozy automatycznie jadą jedną koleją, położoną symetrycznie do osi drogi /Rys.3 /, skutkiem czego z czasem tworzą



Rys. 3.

ne niszczenie.

Przy szerokości nawierzchni drogi bitej 3 - 4 m mijanie się dwóch wozów szczególnie z szerokimi ładunkami /np. wozy z sianem/ jest utrudnione, ponieważ jeden z mijających się wozów musi zjeżdżać z nawierzchni na pobocze drogi bitej przynajmniej jednym kołem. Z tych względów szerokość nawierzchni 3 - 4 metrowa może być stosowana tylko na zupełnie drugorzędnych drogach, na których niema ruchu ciężarowego, a i lekki ruch koło-

się w nawierzchni wgłębienia w których zatrzymuje się woda, co wywołuje zamiękanie nawierzchni i jej przedwczes-

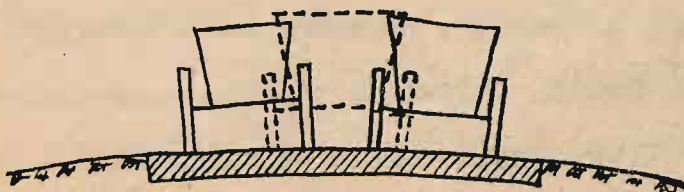


*notowy szerokości*

wy jest nieznaczny.

W zasadzie nie powinniśmy stosować nawierzchni węższej niż 4,5 m. na drogach o średnim ruchu kołowym. Oszczędność na szerokości nawierzchni w wielu wypadkach byłaby nie na miejscu i mogłaby wywołać oprócz niedogodności przy mijaniu się, szybkie zniszczenie nawierzchni.

Szerokość 4,5 m. daje możliwość wymijania się zwykłym wozom ciężarowym; wymijanie się wozów z szerokimi ładunkami i tu stanowi pewną trudność; jednak już na takiej szerokości ruch może odbywać się niekoniecznie jedną koleją, a dwoma lub więcej, można go łatwiej regulować, niż na węższej nawierzchni /Rys. 4./



Rys. 4.

Na drogach o ożywionym ruchu kołowym, a szczególnie samochodowym, jezdnie nie powinna być węższa niż 5 - 6 m.; dopiero przy takiej szerokości wymijanie się wozów jest zupełnie swobodne; przytem ruch rozkłada się na większą szerokość, więc zużycie powłoki nie bę-

dzie się odbywało w tak szybkim tempie, jakby było przy większej nawierzchni.

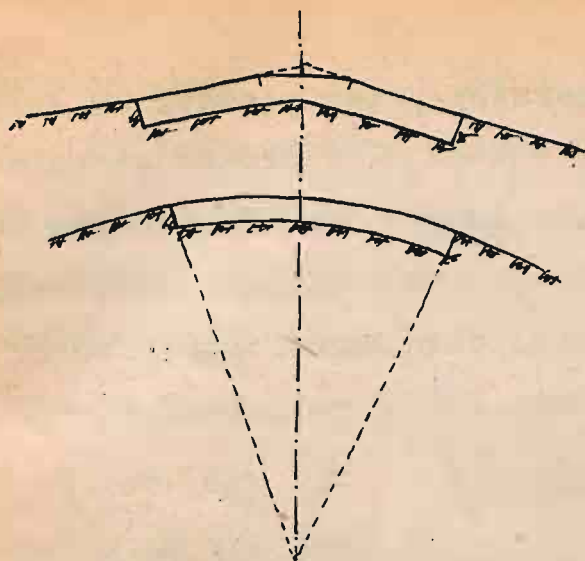
W odcinkach podmiejskich szerokość jezdni bywa jeszcze większa w zależności od potrzeby; szerokość jezdni dróg bitych dochodzić tu może do szerokości jezdni ulic z ożywionym ruchem kołowym i może wynosić nawet kilkanaście metrów.

S p a d e k   p o p r z e c z n y   j e z d n i.  
Aby wody atmosferyczne mogły być z nawierzchni jaknajprędzej usunięte, nadaje się jej znaczny spadek poprzeczny; jeżeli nawierzchnia drogi bitej zbudowana jest z materiału względnie słabego, łatwo ściernalnego, dającego dużą ilość kurzu lub błota, spadek poprzeczny dajemy nieco większy /o 1 - 2 %/ niż przy nawierzchni z materiału twardego, trudno ściernalnego, dającego mało kurzu i błota. Spadek poprzeczny nadawany jezdniom drogi bitej waha się w granicach 3 - 6 %; na odcinkach położonych w silnych spadkach może być zmniejszony.

Należy zauważyć że dla ruchu samochodowego zbyt wielkie spadki poprzeczne nie są odpowiednie, gdyż podczas gołoledzi lub deszczów mogą wywoływać zataczanie się samochodów.

Poprzeczny spadek jest zwykle płaski dwustronny

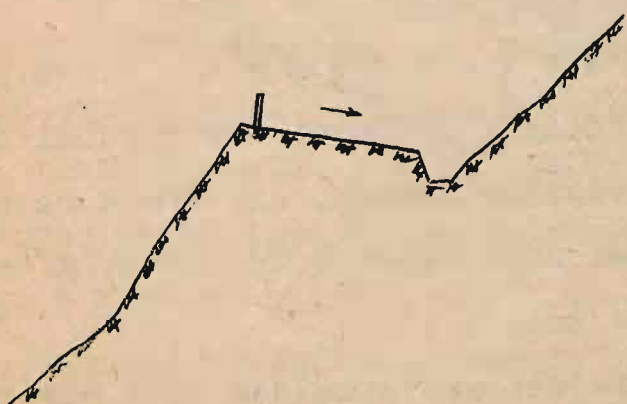




Rys. 5.

cych się w łukach.

Niekiedy w terenach górzystych, gdy droga prowadzi po zboczu góry, dla uniknięcia nieszczęśliwych wy-



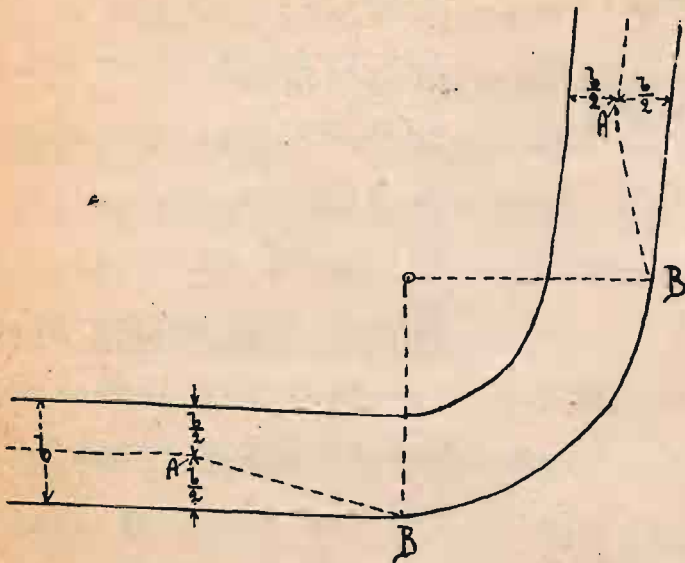
Rys. 6.

jedynie na środku jest niewielki łuk koła, aby nie było gwałtownego przełomu spadku; rzadziej daje się nawierzchni formę walca lub paraboli. / Rys. 5 Spadek poprzeczny przeważnie daje się jednakowo dla odcinków prostych jak dla odcinków znajdujących się w łukach.

padków podczas gołoledzi dajemy spadek jednostronny skierowany ku wewnętrznej stronie drogi. / Rys. 6 Również jednostronny spadek należałoby ze względu na ruch samochodowy stosować na

łukach o małych promieniach, a szczególnie położonych jednocześnie w silnych spadkach. W tych wypadkach prze-

łom spadku poprzecznego musiałby przed początkiem łuku



w drodze stopniowo odsuwać się ku zewnętrznemu brzegowi nawierzchni jak wskazują linie AB na rys. 7. tak aby na początku łuku było zrobione przejście do jednostronnego

Rys. 7.

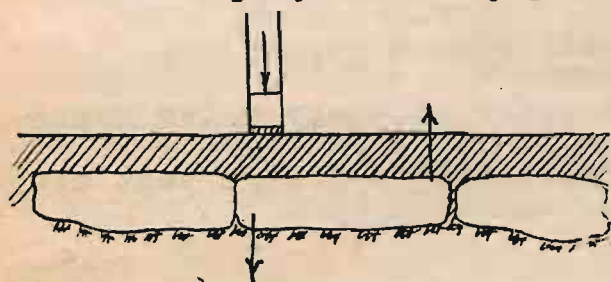
spadku; to przejście do jednostronnego spadku należy wykonać nieszyt gwałtownie przynajmniej na długości kilkakrotnie przewyższającej szerokość jezdni.

G r u b o ść   n a w i e r z c h n i   d r ó g  
b i t y c h . Przy określaniu grubości nawierzchni drogi bitej musi być zdecydowana sprawa, czy droga ma być budowana z pokładem kamiennym /system Tresaguet'a/ czy bez pokładu /system Mac Adam'a/.

Bezwarunkowo mocniejsza wytrzymałsza jest nawierzchnia z pokładem kamiennym i należy ją możliwie wszędzie stosować, gdzie spodziewamy się silniejszego ruchu gdzie grunt jest gorszy dla dróg /np. grunty gliniaste lub ilaste/, a obfitość materiału kamiennego poz-

wala na to.

Pokład kamienny układa się z kamieni łupanych, c-  
strzami do góry, a płaską częścią do dołu. Stosowane w  
początkach budownictwa dróg bitych\* układanie pokładu  
kamiennego na płask było nieracjonalne i zostało też  
zarzucone: przy cienkiej powłoce z tłucznia, a przy



Rys. 8

dość dużym kamieniu

na płask ułożonym

/Rys. 8 / może się

zdarzyć, że od nacis-

ku koła kamień taki

wyważy się i zrujnuje

powłokę; z drugiej strony, gdy warstwa tłucznia bę-  
dzie cienka, koło uderzając podczas ruchu w tłuczeń,  
będą go łatwo miażdżyć, na podobieństwo młota bijące-  
go po kamieniu, leżącym na kowadle.

Obecnie zwykle pokład kamienny układamy z kamie-  
ni łupanych postawionych "sztorcem", jeden obok dru-  
giego w rzędach prostokątnych do osi drogi.

Grubość pokładu kamiennego bywa rozmaita w zależ-  
ności od napięcia ruchu na drodze i od jakości kamie-  
nia.

Przy użyciu kamienia twardego i średniego /grani-  
tu, porfiru dobrego, piaskowca lub wapienia/ grubość



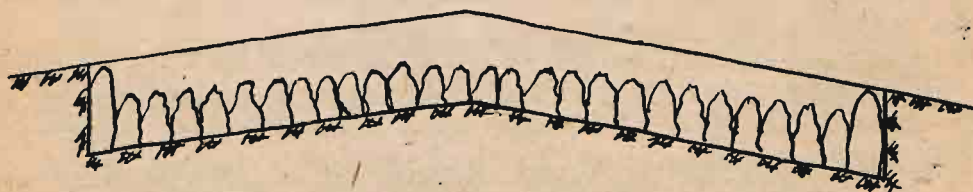
ta bywa 15 - 20 cm; czasami bywa większa, przy użyciu na pokład kamienia słabego, np. miękkiego piaskowca lub wapienia. *Zb*

Pokład układa się w korycie, urządzone w koronie drogi; jeżeli pokład układamy na nasypie, nasyp powinien przedtem osiąść.

Korytu nadaje się lekki spadek poprzeczny, jaki ma być nadany jezdni, lub nieco mniejszy w tym wypadku, kiedy nawierzchnia drogi bitej z brzegu jest cieńsza niż po środku.

Koryto powinno być starannie wygładzone i nawet ubite ręcznie lub uwalcowane lekkim walcem drogowym.

Układanie pokładu rozpoczyna się od ułożenia k r a w ę ż n i k ó w /rys. 9 / t.j. kamieni wyższych



Rys. 9

układanych po brzegu nawierzchni, które stanowią kamienie oporowe dla warstwy tłucznia.

Jeżeli kamień przeznaczony na pokład nie jest równy, staramy się kamienie sortować i wyższe kamienie układać z brzegu, niższe bliżej środka.

Pokład powinien być układany ręcznie, to znaczy,  
że kamienie nie powinny być rzucane z góry w nieładzie  
a układane ręcznie ściśle jeden obok drugiego.

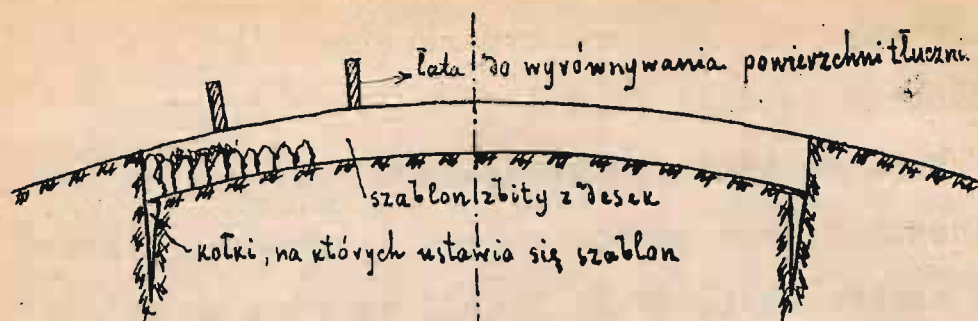
Warstwa tłucznia nasypa na po wierzchu pokładu po  
uwalcowaniu przy pomocy walców drogowych, stanowi właś-  
ciwą nawierzchnię drogi bitej; warstwa ta składa się  
niekiedy z jednej warstwy, niekiedy z dwóch warstw; w  
ostatnim wypadku na dolną warstwę używa się grubszego  
tłucznia, a gatunek kamienia może być słabszy, na gór-  
ną warstwę - drobniejszego tłucznia, a kamień dla tej  
warstwy możliwie winien być twardy.

Ogólna grubość warstwy tłucznia bywa rozmaita; za-  
leży od spodziewanego ruchu i gatunku kamienia użyte-  
go na tłuczeń; wynosi przed uwalcowaniem 20 do 30 cm;  
jeżeli stosuje się dwie warstwy tłucznia, dolną war-  
stwę dajemy grubości 15 - 20 cm., a górną 5 - 10 cm.  
/przed uwalcowaniem/.

Warstwę tłucznia wysypuje się wprost na przygoto-  
wany pokład przy pomocy taczek lub nosideł; aby przy  
sypaniu tłucznia nie był popsuty pokład, przed rozpo-  
częciem rozsypywania "ćwiekuje się" go uprzednio przez  
narzucanie pomiędzy sterczące ku górze ostrza kamieni  
grubszego tłucznia aż do wyrównania powierzchni.

Tłuczeń wysypuje się podług szablonu z desek, u-

stawianego co kilka metrów /Rys 10/



Rys. 10

Powierzchnia warstwy tłuczni pomiędzy dwoma ustawionymi szablonymi wyrównywa się przy pomocy łaty nakładanej na te szablony.

Aby otrzymać warstwę tłuczni równomierną, wysypuje się go podług szablonu zbitego z desek i ustawianego co 5 - 10 metrów i rzadziej. Powierzchnia warstwy tłuczni pomiędzy postawionymi szablonymi wyrównywa się albo zapomocą naciągniętego pomiędzy szablonymi sznura, albo też położonej na nich łaty drewnianej.

Aby nawierzchnia drogi bitej była trwała, powinna ona mieć oprócz innych warunków, o których będzie mowa niżej, także pewną minimalną grubość.

Określenie grubości, jaką mieć powinna dana droga nie jest rzeczą łatwą; wchodzi tu w grę bardzo dużo czynników; ścisłe obliczanie jest rzeczą bardzo trudną: warstwa tłuczni z pokładem po uwalcowaniu tworzy jedną cienką a długą płytę, spoczywającą na gruncie, stanowią-



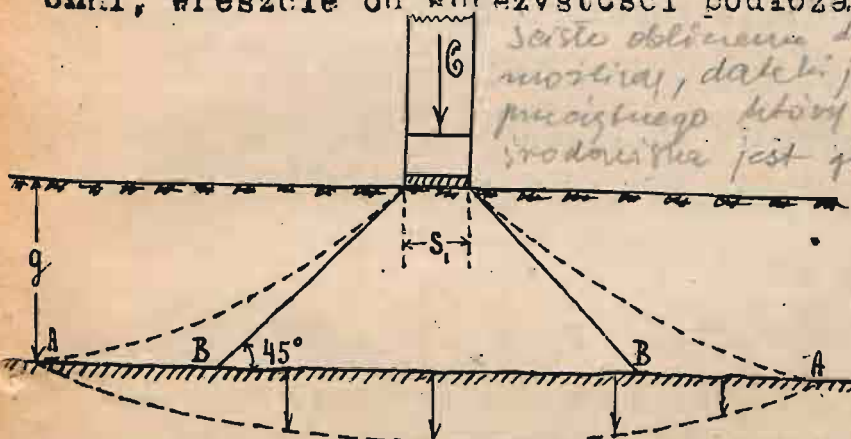
cym sprężystą i ciągłą podporę.

Ciśnienie od koła pojazdu przez powierzchnię drogi przechodzi na grunt, rozszerzając się ku dołowi podług pewnej krzywej. Określenie kształtu tej krzywej jest rzeczą bardzo trudną, gdyż zależy on od sprężystości nawierzchni a więc od materiału z jakiej jest ona wykonana i od sposobu jej wykonania, od grubości nawierzchni, wreszcie od sprężystości podłoża; niektóre z tych

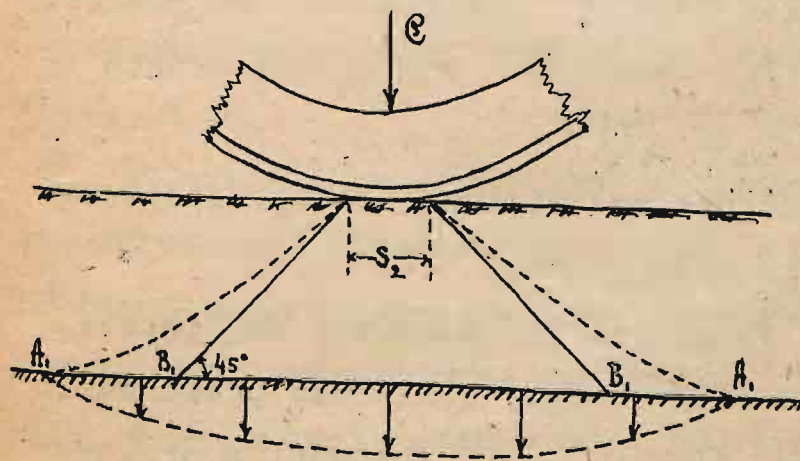
*Szerokość obciążenia zależy od średnicy koła i grubości nawierzchni, dachki, podłoża, rodzaju podłoża i rodzaju drogi.*

czynników są bardzo trudne do określenia.

Przytem ciśnienie na grunt rozkłada się nierównomier-  
nie: największe ciśnienie jest pod kołem i stopniowo zmniejsza się ku brzegom ku punktom AA i A, A, ; znale-  
zienie wielko-



Rys. 11.



Rys. 12

sci największego obciążenia jest rzeczą również trudną.

Uprościmy zadanie, jeżeli przyjmiemy, że ciśnienie na grunt rozszerza się pod kątem  $45^\circ$ , przypuściwszy, że nawierzchnia drogi bitej składa się z oddzielnych luźno leżących kawałków kamieni, tworzących skarpe naturalną o pochyleniu  $45^\circ$  do poziomu. Takie przypuszczenie daje nam zapas trwałości, gdyż przy tem przypuszczeniu ciśnienie rozszerzałoby się na mniejszą powierzchnię podłoża niż w rzeczywistości.

W celu uproszczenia obliczeń przypuszczamy również, że ciśnienie rozkłada się równomiernie na grunt w granicach linii BB i B<sub>1</sub>B<sub>1</sub>.

Jeżeli szerokość obręczy koła = S, i koło pod wpływem jego wagi wgniata się w nawierzchnię tak, że detyka powierzchni nawierzchni na długości S<sub>1</sub> obwodu koła, wtedy ciężar koła C rozkłada się na powierzchni / S<sub>1</sub>+2g / · / S<sub>2</sub>+2g / podłoża i obciążenie gruntu

$$K = \frac{C}{(S_1+2g)(S_2+2g)} \text{ kg/cm}^2 \quad (I)$$

Wielkość K nie powinna być większa od dopuszczalnego obciążenia danego gatunku gruntu.

Jeżeli dla C we wzorze /I/ weźmiemy największe ciśnienie koła wozu ciężarowego, jaki może przechodzić na budowanej drodze, dla S<sub>1</sub> i S<sub>2</sub> wartości z praktyki a dla K - odpowiednie wartości - w zależności od

rodzaju gruntu, łatwo będziemy mogli określić najmniejszą potrzebną grubość nawierzchni drogi bitej.

Dla  $K$  zwykle bierzemy wartości średnie - dla średnich gruntów.

Prof. William H. Burr podaje następujące wartości dopuszczalnego obciążenia różnych gruntów.

Gлина б.суха	3.80	-	4.70	kg/cm <sup>2</sup>
Gлина średnio sucha	1.90	-	3.80	"
Gлина pulchna i mokra	0.85	-	1.90	"
Gruboziarnisty piasek lub żwir w pokładzie niewzru- szonym	4.70	-	7.05	"
Zwykły ubity piasek	1.90	-	3.80	"

Przykład: dla średniego gruntu  $K = 2.00$  kg/cm<sup>2</sup> jeżeli przyjmiemy obciążenie koła  $C = 3.000$ , a  $S = 0.10$  m otrzymamy - wartość dla  $g$  we wzorze /I/ równą około 14 cm.

Ze względu na dynamiczne obciążenie nawierzchni od uderzeń kół podczas ruchu wozów i ze względu na to że wskutek możliwości nasiąknięcia wodą wytrzymałość gruntu znacznie się może zmniejszyć, należy normy prof. Burr'a zmniejszyć o 50 - 100 %. Otrzymane powyższym sposobem dane dla grubości nawierzchni dróg bitych nie zawsze zgadzają się z praktyką.



Dlatego też zwykle grubość nawierzchni dróg bitych określana jest na mocy przeprowadzonych doświadczeń. Grubość ta zależy jest:

1. Od rodzaju ruchu kołowego: im ruch jest cięższy i gęstszy /intensywniejszy/, grubość nawierzchni powinna być większa; przy ruchu lżejszym i mniej intensywnym grubość może być zredukowana.

2. Od rodzaju materiału, jaki użyty jest na tłuczeń, im mocniejszy jest materiał, z którego jest przygotowany tłuczeń /twardszy i trudno ścierający się/ i im tłuczeń ten ma większą zdolność dobrego wiązania się to jest tworzenia jednolitej powłoki, tem grubość warstwy może być mniejsza.

Praktyka budowy i utrzymania dróg bitych daje nam przeciętne wymiary grubości nawierzchni dróg bitych:

Grubość pokładu kamiennego 15 - 25 cm

Grubość warstwy tłucznia 15 - 25 cm.

Normy wyższe odpowiadają wypadkom, gdy mamy do rozporządzenia słabsze gatunki kamienia, lub gdy ruch jest ciężki i intensywny; grubości powyższe rozumiane są w stanie uwalcowanym; ta sama ilość tłucznia w stanie niewalcowanym rozsypana zwykle ma grubość znacznie większą /do 1,4 razy/, niż w stanie uwalcowanym.

60  
- 15  
21 35 21 - 35 29 42  
42 - 72 100 28  
Am. wystaw 2,4m 1,4m. jordan.  
Haurich  
Haurich  
Tresaguet

Typ nawierzchni drogi bitej bez pokładu kamienne-  
go jest słabszy niż typ z pokładem kamiennym, jest jed-  
nak znacznie tańszy. Stosuje się go, gdy ruch jest  
lżejszy i rzadszy /mniej intensywny/.

Warstwa tłucznia składa się albo z jednej warst-  
wy tłucznia, albo z dwóch: grubszego tłucznia od spo-  
du /wielkość kawałków tłucznia 6 - 8 - 10 i nawet 12 cm  
w średnicy/ i drobniejszego tłucznia na wierzchu / 4 -  
6 cm. w średnicy/. Dolną warstwę można dać z kamienia  
słabszego, wierzchnią - z możliwie twardego kamienia.

Jeżeli ~~nawierzchnia~~ warstwa tłucznia składa się z jednej war-  
stwy tłucznia, wielkość kawałków jego nie powinna być  
większa niż 4 - 6 cm. w średnicy.

Grubość takiej nawierzchni bez pokładu kamiennego  
waha się w następujących granicach:

Wierzchniej warstwy od 8 do 15 cm.

dolnej warstwy od 15 do 20 cm.

P o d s y p k a z p i a s k u . 0 i l e p r z y

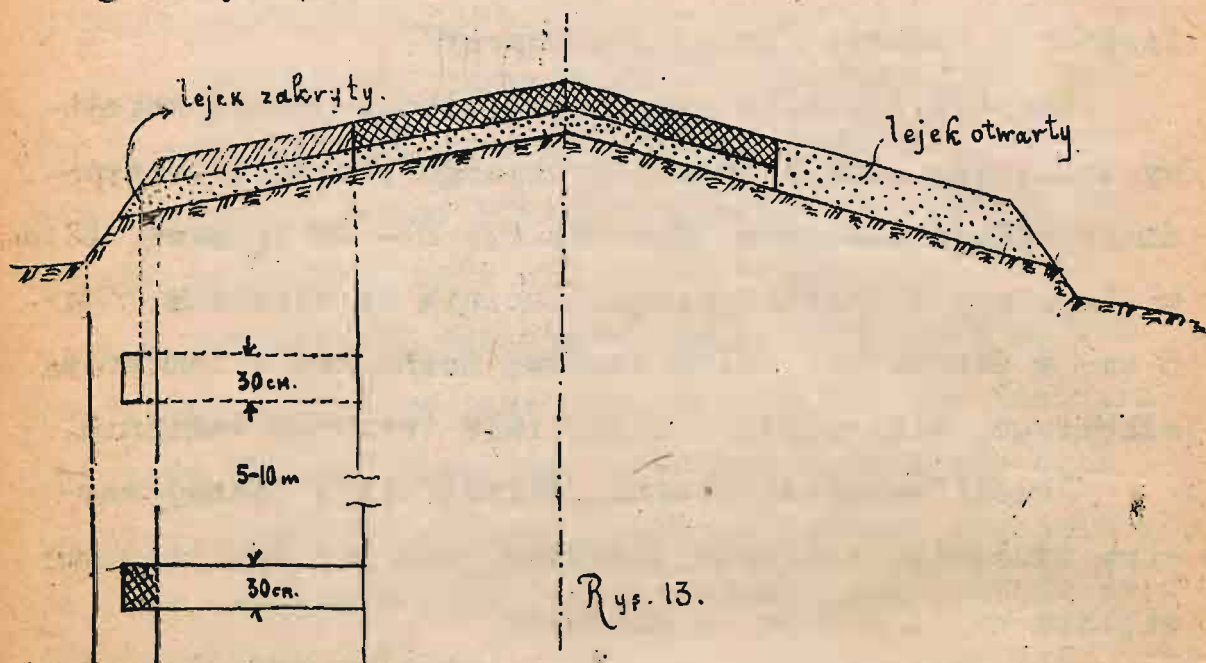
nawierzchni drogi bitej z pokładem kamiennym można o-  
bywać się prawie zupełnie bez podsypywania warstwy pia-  
sku nawet na gruntach piaszczysto - gliniastych i pod-  
sypkę piasku stosować tylko na wyjątkowo tłustych lub  
sapowatych /wilgotnych/ gruntach, o tyle przy nawierz-  
chni bez pokładu kamiennego podsypkę warstw piasku

*na drogi 4,5 m*

1	-	2
2	-	2,8
3	-	4,8



15 - 20 cm. należy stosować już na gruntach piaszczysto - gliniastych cięższych w celu osuszania podłoża drogi. /Rys 13/.



Rys. 13.

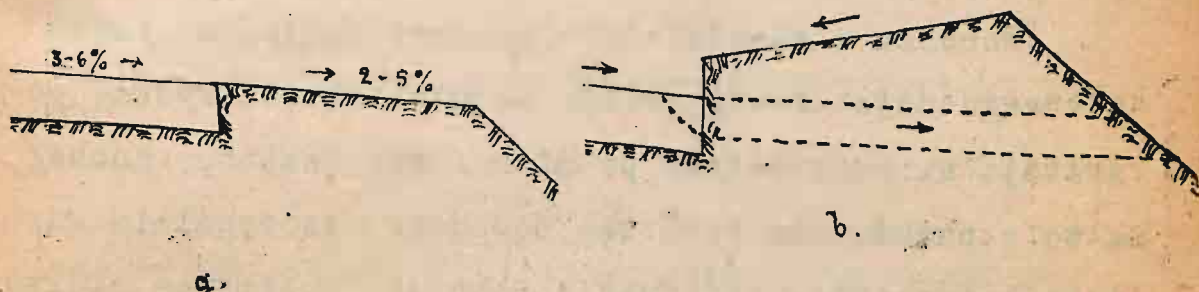
Taka podsypka z piasku niekiedy robi się na całej szerokości korony; w wielu wypadkach wystarczy urządzenie lejków co 5 - 10 metrów w poboczach drogi, w celu umożliwienia usunięcia wody z pod nawierzchni do rowów. Lejki te w postaci rowków o szerokości do 30 cm. otwartych lub zakrytych wypełnia się materiałem drenującym: piaskiem, przemytym żwirem lub tłuczniem.

Na podsypkę powinien być używany piasek możliwie czysty, wolny od gliny, gruboziarnisty.

P o b o c z a. Z obydwóch stron jezdni drogi biał-



tej zwykle biegną pasy ziemi przeznaczone na chodniki dla pieszych względnie na składanie materiałów do naprawy dróg: tłuczeń, żwir i t.p. Pasy te zwane poboczami /niekiedy chodnikami lub burtami/ mają albo jedna-



Rys. 14.

kowy z jezdnią drogi bitej spadek /rys. <sup>14</sup> a/ albo też odwrotny /rys. <sup>14</sup> b/: w tym ostatnim wypadku odwodnianie nawierzchni odbywa się przy pomocy drenów urządzonych co pewną długość.

W pierwszym wypadku należy unikać zbyt szerokich burt, gdyż zbyt szerokie pobocza utrudniają szybkie odprowadzenie wody z nawierzchni drogi i nadawać im dostateczny spadek poprzeczny; praktykowane szerokości poboczy wahają się od 0,5 m. do 4 - 5 m. spadek od 2 do 5 %.

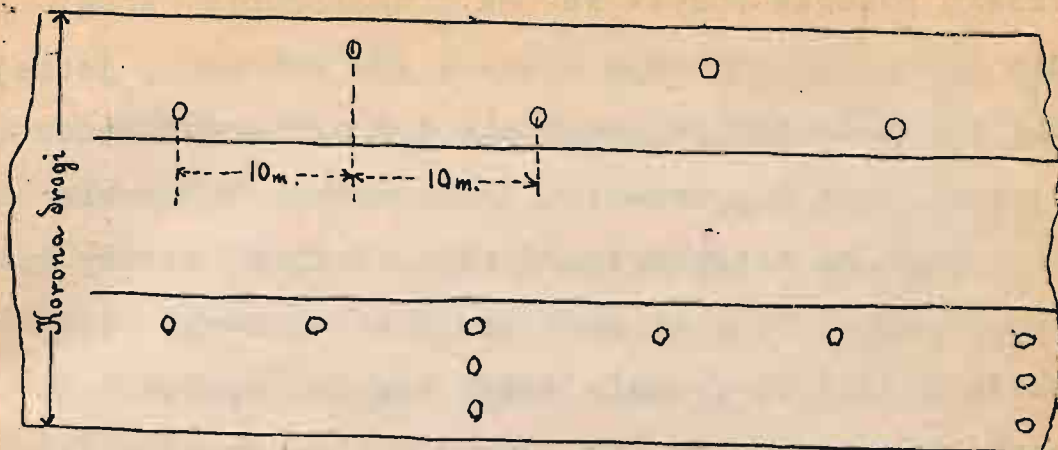
W drugim wypadku szerokość pobocza jest obojętna dla sprawy odwodnienia jezdni, należy zwrócić uwagę,

że w naszym klimacie ten typ nie jest odpowiedni ze względu na nieuniknione zamarzanie wody w drenach i mógłby być stosowany chyba tylko w tych wypadkach, gdyby woda z jezdni mogła być usuwana do niezamarzającego podziemnego kanału /np. w mieście/.

Pobocza w zasadzie nie powinny służyć do ruchu kołowego nawet wtedy, kiedy warunki atmosferyczne pozwalają na ruch kołowy po nich /gdy jest np. sucho/, a to z powodu, że ruch ten powoduje, szczególnie gdy jest intensywny, deformacje pobocza: tworzenie się kolein, wybojów i t.d.

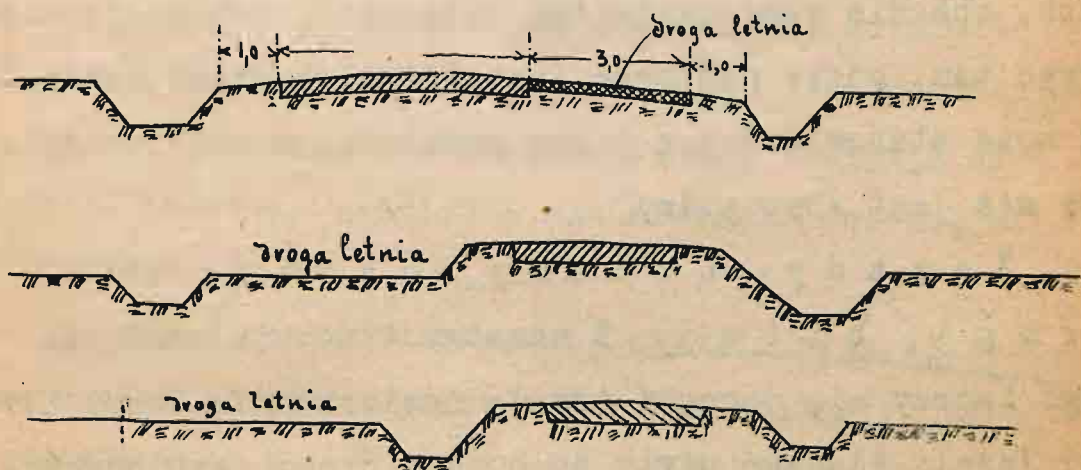
W celu przeszkodzenia jeżdżeniu po poboczach niekiedy wkopuje się w nie ~~k a m i e n i e~~ ~~b a n k i e~~ ~~t o w e~~ lub ~~s k ł u p k i~~ /drewniane/ ~~b a n k i e~~ ~~t o w e~~ /Rys. 15/. Jest to dobry sposób dla przeszkodzenia w jeżdżeniu, ale ma dużo niedogodności: np. przy mijaniu się na wąskich drogach, szczególnie przy ruchu samochodowym; należy takiego zagradzania poboczy unikać i stosować go tylko w razach ostatecznych; w krajach kulturalnych, w których przepisy porządkowe są lojalnie przestrzegane przez ludność, takie sposoby zagradzania poboczy są zarzucone.

D r o g i l e t n i e . Są to drogi gruntowe lub zwirowane, a idące tuż obok jezdni drogi bitej, zaj-



Rys-15.

mając część poboczy, lub też za rowem, i przeznaczone dla lekkiego ruchu kołowego w czasie suchym /Rys.16/



Rys. 16.

W pierwszym wypadku jezdnia drogi bitej zwykle przesuwa się ku jednemu brzegowi drogi bitej, aby część



szerszego pobocza. zużytkować na drogę letnią. Drogi letnie tak urządzone mają dobre i złe strony: z jednej strony w czasie suchym daje się możność zaoszczędzenia jezdni oraz nóg zwierząt pociągowych, które się szybko psują na drogach twardych, z drugiej strony utrzymanie drogi letniej obok nawierzchni drogi bitej zwiększa koszty utrzymania drogi wogóle; oprócz tego w czasie bardzo suchym lub bardzo mokrym z drogi letniej na nawierzchnię drogi bitej koła wozów przenoszą pył i błoto, co wpływa ujemnie na trwałość drogi bitej i wywołuje potrzebę oczyszczania tej nawierzchni. Drogi letnie przez jakiś czas były w dużem użyciu w Prusach, obecnie stosują je tam oględniej, dobrze je stosować tam, gdzie pod ręką jest żwir lub grunt naturalny może stanowić dobrą drogę gruntową, a ruch na drodze nie jest zbyt silny.

Z a s a d y   b u d o w y   n a w i e r z c h n i  
d r o g i   b i t e j . Z warstwy tłucznia uwalcowanego tworzy się mocna i trwała nawierzchnia drogi bitej jeżeli tłuczeń użyty do budowy drogi jest odpowiedni tak pod względem jakości materiału, jak i formy i wymiarów, w przeciwnym razie jakość nawierzchni drogi bitej może być znacznie gorsza. Aby nawierzchnia taka

była dobra, trzeba:

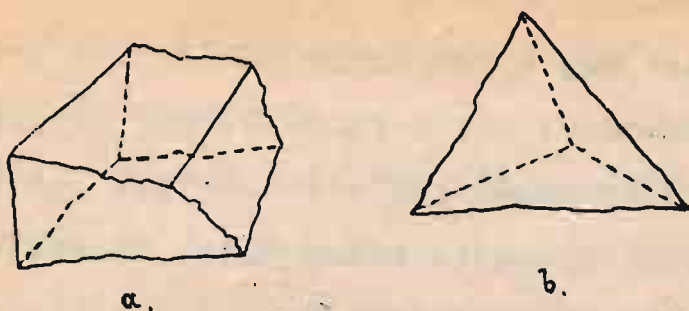
1. aby materiał, który użyto na tłuczeń był odporny na wpływy atmosferyczne i ruch kołowy. To znaczy, aby woda nie rozmiękczała go, aby materiał nie był nasiąkliwy, bo byłby w czasie mrozu łatwo rozsadzony w proszek, wreszcie, żeby ani upały, ani deszcze, ani mrozy nie działały nań ujemnie. *(zmotywanemu)*

Có się zaś tyczy ruchu kołowego, od dobrego tłuczenia wymaga się, aby na uderzenia kopyt końskich i kół pojazdów był możliwie odporny, t.j. był twardy i spoisty t.j. nie kruszący się. *(zmotywanemu i tego warunku nie spełnia)*

2/ aby tłuczeń równomiernie ściierał się pod wpływem ruchu odbywającego się na drodze, winien przeto być jednorodny, składać się z jednego gatunku materiału, jeżeli jest inaczej słabsze kamyki zużywają się prędzej, twardsze wolniej i nawierzchnia przestaje być wkrótce gładką.

3/ aby tłuczeń "dobrze się wiązał" przy walcowaniu; winien przeto składać z kamyków możliwie jednakowej wielkości; kamyki te powinny mieć formę kanciastą i możliwie niepodobnych do równoległoboku /Rys. a/, a formę trójkątnej piramidy /tetraedra/ /Rys. b/; takie kawałki będąc stłoczone przy walcowaniu najlepiej zaczepiają się jeden o drugi i tym sposobem wiążą się.





Kamyki okrągłe, a nawet powstałe z przetłuczenia większego kamyka na dwie części, nie

Rys. 17.

więżą się dobrze i nie powinny być brane do budowy nawierzchni drogi bitej.

Wielkość kamyków tłucznia, najodpowiedniejsza dla nawierzchni drogi bitej zależy od twardości kamienia: im kamień jest słabszy, miększy, tłuczeń powinien być grubszy: przy słabszym materiale wielkość ta waha się w granicach 6 - 8 - 10 i nawet 12 cm. w średnicy, przy mocnym materiale - w granicach 4 - 6 cm.

4/ Aby w uwalcowanej warstwie tłucznia wolne miejsce pomiędzy ziarnami tłucznia wypełnione było odpowiednim lepiszczem, mającym zdolność zcementowywania oddzielnych ziaren tłucznia w monolit. Podczas walcowania lepiszcze oddaje się stopniowo do tłucznia, przeważnie są to drobne okruchy i pył /t.zw. "miał"/ tego samego gatunku kamienia, z którego przygotowany jest tłuczeń, niekiedy przy tłuczeniu z kamienia wapiennego



z dobrym skutkiem możemy jako lepiszcze używać żwir lub piasek kwarcowy.

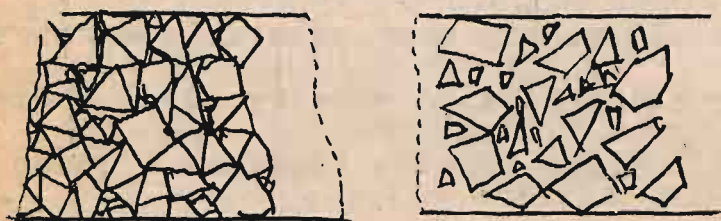
Taki miał jak się go w praktyce nazywa, ma tę własność, że będąc w odpowiedniej chwili podczas walcowania wtłoczony w warstwę tłucznia wraz z pyłem, który się tworzy przez tarcie o siebie ziaren tłucznia przy walcowaniu, tworzy jakby słaby cement. Ponieważ walcowanie odbywa się przy polewaniu warstwy tłucznia wodą, co szczegółowiej omówimy dalej "cement" ten rozczynia się i wiąże warstwę tłucznia w jeden monolit.

Zaznaczyć tu należy, że przy budowie nawierzchni drogi bitej bezwarunkowo nie mogą być użyte jako lepiszcza glina lub ziemię próchnicowe, gdyż nawet mała domieszka ich do lepiszcza jest szkodliwa, gdyż po nasiąknięciu wodą i po zamrożeniu wywołuje rozluźnienie zcementowanej warstwy tłucznia.

Oznaką dobrego zcementowania powłoki tłucznia jest, gdy kawał powłoki drogi bitej wyrąbany z nawierzchni i zdjęty nie rozsypuje się, a tworzy twardy kawał, rozsypujący się dopiero wtedy, gdy go się rzuci z pewnej wysokości na ziemię.

Ilość lepiszcza dodawanego do warstwy tłucznia

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