

brukami. Bruki drewniane obecnie w Warszawie budowane pod wielu względami wiele pozostawiają do życzenia, utrzymanie ich prawdopodobnie drogo kosztuje, składa się na to dużo okoliczności, wywołanych wojną, które dopiero zczasem przy nastaniu normalnych warunków mogą być usunięte.

5. N A W I E R Z C N I A D R Ó G B E T O N O W A.

W ostatnich czasach w miejscowościach pozbawionych odpowiednich do budowy dróg materiałów kamiennych zaczynają się rozpowszechniać drogi betonowe. Zwłaszcza dużo takich dróg wybudowano w ostatnich czasach w Stanach Zjednoczonych w związku z rozwojem ruchu samochodowego. Nie będziemy się tu zajmowali brukami z kamieni betonowych, które szerszego zastosowania ze względu na koszty nie znalazły, a tylko nawierzchnią betonową w formie płyty.

Rozróżniamy dwa typy tych dróg: drogi betonowe jednowarstwowe i drogi betonowe dwuwarstwowe.

Pierwszy typ przeważnie stosowany jest w Ameryce, drugi w Niemczech i we Francji.

Jednowarstwowe drogi mają grubość zwykle 16 - 18cm

Skład betonu bywa 1 : 1½ : 3, rzadziej 1 : 2 : 4, w Ameryce skład betonu ustalają w stosunku 1 części cementu na 5 części piasku i tłucznia, które dobiera się w takim stosunku, aby drobniejszy materiał możliwie dokładnie wypełniał wolną przestrzeń pomiędzy grubszym materiałem.

Dwuwarstwowe drogi betonowe składają się z dolnej warstwy - płyty nośnej i górnej warstwy - płyty jezdnej.

Dolna warstwa ma grubość 15 - 20 cm. przy silnym ruchu, 14 - 15 cm. przy ruchu średnim; w Ameryce na drogach o słabym ruchu stosują nawet 10 cm.

Górna warstwa ma zwykle 5 cm. grubości.

Dolną warstwę wykonywa się z zaprawy chudszej, grubszego tłucznia, wierzchnią warstwę wykonywa się z zaprawymocniejszej, tłucznia drobniejszego i twardszego.

Powłoka betonowa dróg kołowych jest płytą, mało elastyczną, o małej wytrzymałości na zgięcie i ścieranie i dlatego pod nią powinno być pewne i mocne podłoże.

Z tego względu trzeba zwracać uwagę, ażeby grunt był suchy i dokładnie odwadniany. Jeżeli naturalny grunt podłoża nasuwa wątpliwości co do jego trwałości, lepiej usunąć warstwę tego gruntu i zastąpić go warstwą piasku lub żwiru lub w ostateczności wzmocnić go przez ubicie.

Dla budowy dróg betonowych nie można podać szablonowej recepty, w jakim stosunku do utworzenia odpowiedniej płyty należy brać części składowe betonu. Decydują warunki miejscowe: czy stosować grubsze płyty z chudszej zaprawy, czy też cieńsze płyty z mocniejszego betonu.

Teoretycznie ze względu na koszty, jest rzeczą obojętną, czy robi się cieńsze płyty przy mocniejszej zaprawie, czy też grubsze płyty przy chudszej zaprawie.

Praktycznie sprawę rozwiązują różne warunki miejscowe, np. dogodniej jest robić grubsze płyty z chudszej zaprawy, jeżeli cement jest drogi, piasek i żwir lub tłuczeń tani, a nie możemy wynaleźć dobrych betoniarzy.

Grubsze płyty mają tę zaletę, że drobne uchybienia w robocie nie uwydatniają się, cieńsze płyty prędzej twardnieją i całą robotę prędzej można wykonać.

Górna warstwa dróg betonowych dwuwarstwowych wykonywa się starannie z tłustego betonu, w Niemczech używany jest stosunek 1 : 0,75 : 2,75

1 : 0,40 : 0,60

1 : 1 : 1

Tłuczeń do tej warstwy powinien być użyty twardy i kanciasty, aby ziarna jego pod wpływem uderzeń kopyt

końskich nie obruszały się i nie wyskakiwały.

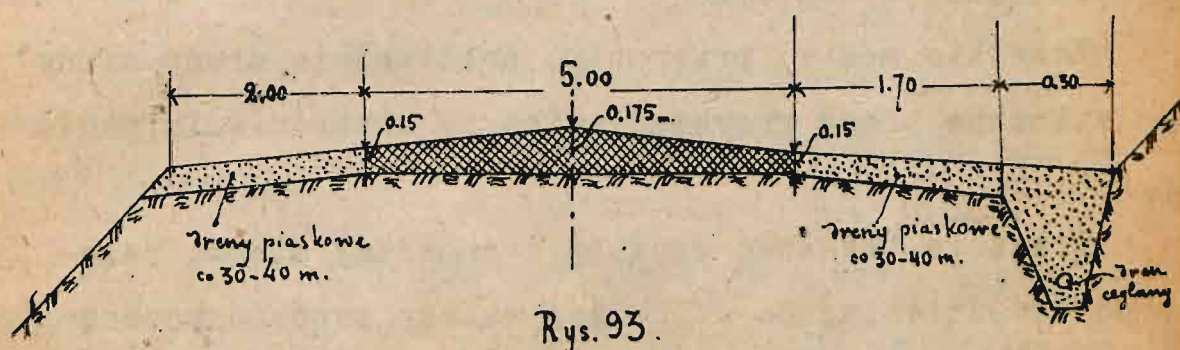
Właściwość, z którą się trzeba bardzo liczyć przy budowie dróg betonowych jest pękanie jej bądź pod wpływem obciążenia i nierównego osiadania podłoża, bądź pod wpływem zmian temperatury.

Amerykańscy inżynierowie pęknięciami jezdni nie zniechęcają się, uważając, że w wielu wypadkach niepodobna ich uniknąć ze względu na właściwości materiałów z jakiego jest budowana droga betonowa, natomiast zalecają natychmiastowe zalowanie takich pęknięć zaprawą cementową lub asfaltem.

Jednak pęknięcia nawierzchni betonowej nie powinny być lekceważone, gdyż stanowią one słabe miejsca nawierzchni nawet po zalaniu ich zaprawą cementową lub asfaltem, dlatego też przy budowie należy roboty tak prowadzić, aby możliwość powstawania pęknięć spowodowana była do minimum.

W tym celu po pierwsze podłoże, na którym spoczywa płyta betonowa, wykonywa się z wszelką możliwą starannością, po wtóre daje się szczeliny/poprzeczne, a niekiedy i podłużne/ w nawierzchni, zapobiegające pęknięciom nawierzchni skutkiem zmian temperatury, po trzecie w nawierzchni daje się wkładki żelazne /uzbrojenie/.

Podłoże drogi odpowiednio do projektowanego przekroju poprzecznego drogi betonowej może mieć jedną z trzech form: 1/ równoległą do powierzchni jezdni drogi betonowej, 2/ płaską i 3/ wklęsłą. Zwykle płytę betonową projektuje się w przekroju poprzecznym tak, aby po środku była grubsza niż z brzegu. Rys. 93 przedstawia typ przekroju drogi betonowej spotykany w Ameryce



podłoże jest tu zupełnie płaskie, a płyta w środku grubsza o 2,5 cm. niż z brzegu, aby utrudnić pękanie jezdni po środku, gdzie jest przy obciążeniu brzegów jezdni największa tendencja do pęknięcia.

Aby podłoże było mocne, należy usunąć dokładnie grunty ze znaczniejszą zawartością składników organicznych, np. grunty torfowe, humusowe i t.p. i zastąpić je warstwą piasku lub żwiru. Nasypy winny być wykonywane cienkimi warstwami /do 30 cm/ i każda warstwa starannie ubijana, i jeżeli można, walcowana przy pomocy

walców konnych lub lekkich mechanicznych. Na nasypach najlepiej poczekać z budową nawierzchni, dopokąd nasyp dostatecznie nie osiadzie. Szczególnie łatwo tworzą się pęknięcia przy przejściu drogi z wykopu na nasyp. Jeżeli mamy budować nawierzchnię betonową na starej drodze gruntowej lub bitej, należy ją zorać na całej szerokości sprofilować i uwalcować, aby utworzyć podłoże o jednokowej ścisłości i twardości.

Wszelkie mosty, przepusty, ewentualnie dreny winny być wykonane przed przystąpieniem do utwardnienia podłoża.

Wreszcie trwałość podłoża w znacznej mierze zależy od odwodnienia, na które też należy zwrócić baczną uwagę, nie zaniedbując w razie potrzeby urządzenia drenów.

Bardzo poważny wpływ na tworzenie się pęknięć nawierzchni betonowej mają wahania się temperatury, gdyż beton ma względnie duży współczynnik rozszerzalności, mniej więcej taki sam jak żelaza i wynosi przy różnicy 100°C - 0,00143.

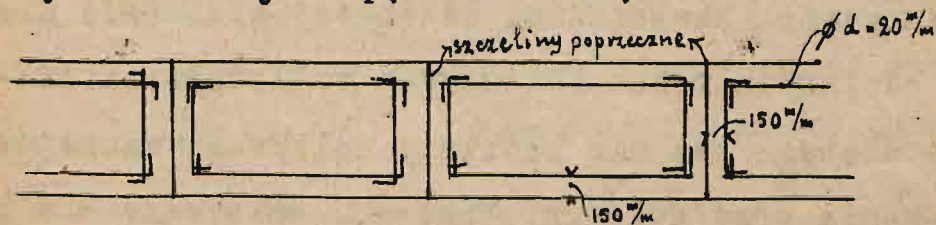
Przy drogach typu pozamiejskiego /bez krawężników/ szczeliny podłużne nie są potrzebne. Przy drogach ograniczonych krawężnikami, potrzebne są szczeliny podłużne i do poprzecznych szczelin, są wypadki, że drogi beto-

nowe zbudowane bez szczelin, nawet na długości kilku kilometrów nie pękały, zwykle jednak drogi betonowe bez szczelin poprzecznych pękają i w celu uniknięcia tego niepożądanego zjawiska przy budowie dróg betonowych zwykle stosuje się szczeliny poprzeczne.

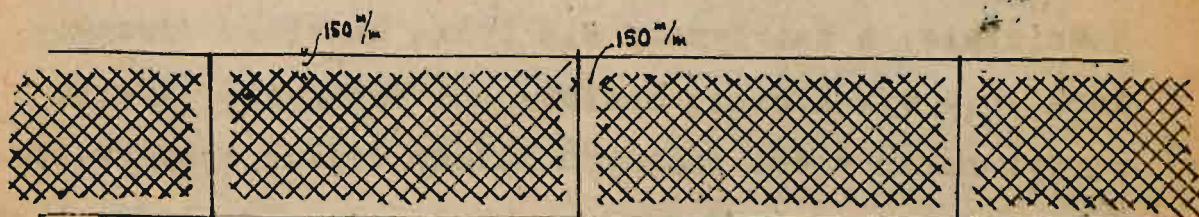
Jeżeli je stosować co 6 - 8 m., jak to najczęściej bywa, wtedy teoretyczna szerokość takiej szczeliny wynosi 5 - 7 m/m, aby jednak można ją wypełnić materiałem elastycznym np. wołłokiem napojonym smołą asfaltową, lub wprost asfaltem, powiększa się teoretyczną szerokość szczeliny o 50 % i doprowadza do 8 - 10 m/m.

Odległość pomiędzy poprzecznymi szczelinami bywa różna od 6 do 30 metrów, w zależności od tej odległości robi się szerokość szczeliny, która waha się od 8 do 12 cm.

W ostatnich czasach w celu lepszego zabezpieczenia ty betonowej od pękania zaczęto stosować wkładki



Rys. 94.



Rys. 95.

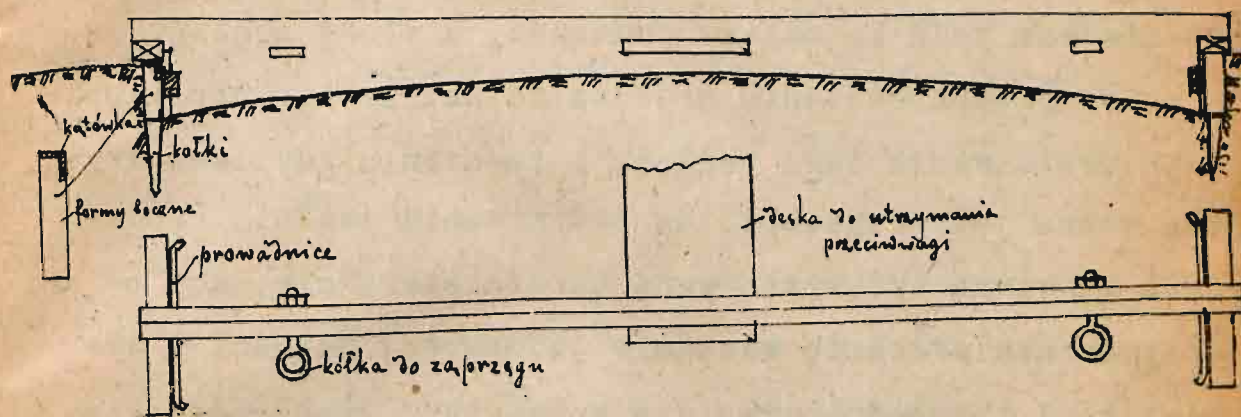
żelazne bądź tylko na obwodzie płyty w postaci prętów żelaznych o średnicy 20 mm w odległości 150 mm od brzegu płyty, /Rys. 94/ bądź też w postaci siatki metalowej o dość dużych oczkach /10x10 cm - 15x15 cm/ /Rys. 95/. Przy tym sposobie wzmocnienia płyty można szczeliny poprzeczne robić rzadziej.

Jeżeli mamy nawierzchnię betonową z dwóch warstw /Rys. 96/ możemy w dolnej warstwie robić szczeliny poprzeczne rzadziej, a za to szersze, w wierzchniej warstwie - gęściej, a węższe, gdyż wierzchnia warstwa jest więcej narażona na zmiany temperatury.



Rys. 96.

B u d o w a d r o g i b e t o n o w e j . Sposób wykonywania nawierzchni betonowej właściwie nie różni się od innych robót betonowych względnie żelazo-betonowych, dlatego też nie będziemy opisywali szczegółów postępowania przy wykonaniu betonu, opisywanych w budownictwie, a zatrzymamy się tylko na kilku szczegółach przy wykonywaniu nawierzchni betonowej. A więc po wykonaniu robót ziemnych należy wzdłuż brzegów, projektowanej jezdni /Rys. 97/ powbijać na odpowiednich wy-



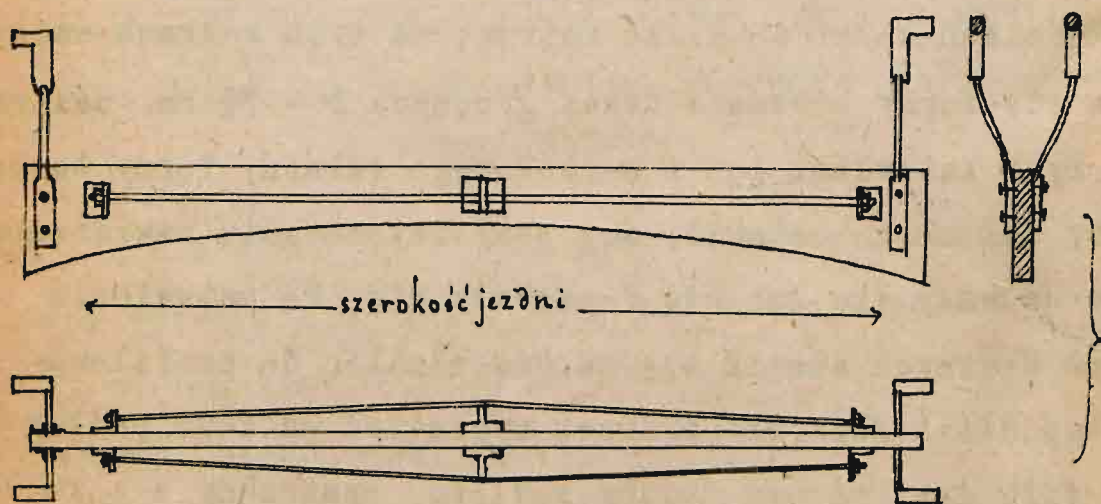
Rys. 97.

sokościach kolki co kilka metrów; na tych kołkach ustawia się formy boczne z desek grubości 5 - 7½ cm. usztywnionych kątownikami lub z korytkowego żelaza, formy te należy tak mocno ustawić, aby przy betonowaniu nawierzchni nie usuwały się lub nie rozsuwały się. Po ustawieniu form bocznych stawia się na nie szablon do profilowania podłoża /Rys. 97/ z desek wyciętych od dołu podług profilu jaki ma być nadany podłożu, opatrzonej z boku przewodnicami, służącymi do ustawienia w kierunku prostopadłym do brzegów jezdni /form bocznych/ i do równoległego zawsze przesuwania szablону. Szablon przesuwa się przy pomocy lin przeciągniętych przez kolka wskazane na rysunku. Niekiedy na dolnej krawędzi szablону

ponabijane są co kilka centymetrów gwoździe, wystające na 20 - 25 mm, które przy przesuwaniu szablonu znaczą, które miejsca podłoża należy podnieść, a które obniżyć.

Po przyprowadzeniu podłoża do należytego profilu i po uwalcowaniu tego podłoża i zmoczeniu gdy jest suche można już przystąpić do betonowania jezdni. Procedura ta winna być wykonywana bardzo starannie, aby otrzymać nawierzchnię wszędzie jednakowej jakości i wymiarów. I tu znowu używa się rozmaitych szablonów, które beton wyrzucany na jezdnię rozrównywują jak należy;

Rys. 98 w ogólnych zarysach wskazuje taki szablon, który przesuwa się po formach bocznych wzdłuż budowa-



Rys. 98.

nej nawierzchni ustawionych. Zwrócić należy uwagę na usztywnienie boczne deski szablonu, co jest niezbędne przy przesuwaniu szablonu.

Przy budowie dróg betonowych na większą skalę zwykle beton przygotowywa się w betonierkach ruchomych, które przesuwają się wzdłuż podłoża i pozostawiają po sobie narzuconą warstwę betonu, którą natychmiast winno się wyrównać przy pomocy szablonu, którego przykład przedstawiony jest na rysunku N98.

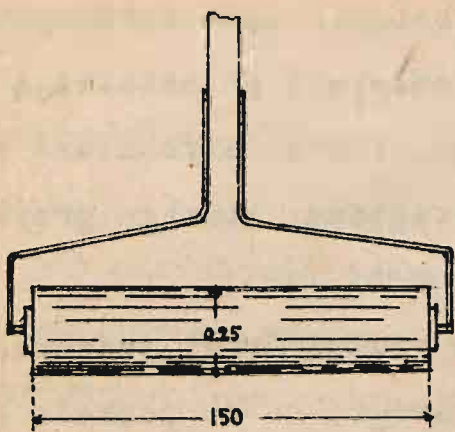
Szablon ten przesuwa się wzdłuż drogi jednocześnie przesuwając go w poprzek drogi, na co pozwala długość szablonu większa o 50 - 60 cm. od szerokości nawierzchni. Taki ruch daje możliwość należytego ułożenia się betonu i przy nim nie są wyciągane kamyki z betonu, co miałyby miejsce, gdyby szablon miał ruch wyłącznie postępowy. Jeżeli w betonie mamy tłuczeń, a nie żwir należy z szablonem przejść dwa lub nawet trzy razy dla otrzymania równej powierzchni.

Przy zbliżaniu się szablonu do szczeliny poprzecznej, w której założony jest czasowo odpowiedniej grubości szablon drewniany lub żelazny, przerywamy wygładzanie nawierzchni, zbliżamy szablon do szczeliny i do samej szczeliny w kierunku odwrotnym wygładzamy powierzchnię.

Po nadaniu nawierzchni przy pomocy szablonu formy i wymiarów według projektu należy powierzchnię ostatecznie wzmocnić; uskutecznia się to przy pomocy walca rzecz-

178

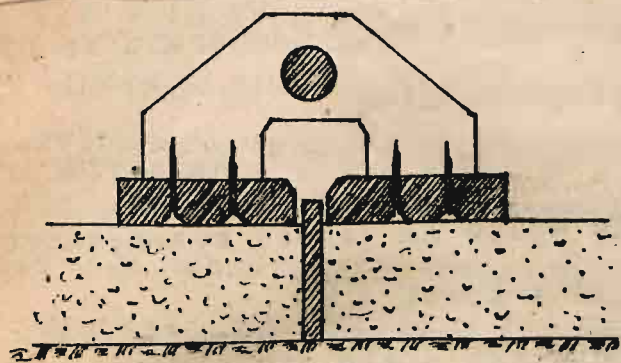
nego /Rys. 99/ wagi około 30 - 40 kg. osadzonego na długim drągu lub rurze, którym robotnik, stojąc z boku drogi, może przez całą szerokość nawierzchni bądź też przez połowę szerokość ugniatać nawierzchnię, przysuwając walec od brzegu nawierzchni ku środkowi względnie ku drugiemu brzegowi.



Rys. 99.

Przy przesuwaniu poprzecznym nadaje się jednocześnie ruch wzdłuż drogi tak jednak, aby przy jednym ruchu w poprzek drogi przesunięcie w kierunku podłużnym drogi wyniosło nie więcej niż $\frac{1}{3}$ szerokości walca. Po przewalcowaniu powierzchnia nie jest jeszcze zupełnie gładka, szczególnie jeżeli mamy w betonie tłuczeń, a nie żwir. W celu ostatecznego wygładzenia nawierzchni stosuje się tak zwane "pasowanie" nawierzchni, polegające na tem, że pas parciany gumowany szerokości 15 cm. i długości nieco dłuższej niż szerokość drogi jest przeciągany po powierzchni drogi w poprzek przez dwóch robotników stojących z boków drogi. Przy przeciąganiu pasa w poprzek drogi jednocześnie powoli przesuwa się go wzdłuż drogi. Takie "pasowanie" znakomicie wygładza po-

wierzchnię drogi. Wygładzanie ostateczne nawierzchni przy szczelinach odbywa się przy pomocy tarki drewnianej przedstawionej w przekroju poprzecznym na rys. 100.



Rys. 100.

Tarką taką wygładza się nawierzchnię przy szczelinach, w które założone są czasowo szablony drewniane lub żelazne, procedura ta odbywa się ze specjalnego mostka, /Rys

101/, aby robotnik nie chodził po niestwardniałej jeszcze nawierzchni.

Ważną rzeczą jest, aby wykończanie nawierzchni nie było zbyt późno wykonane, gdy jest upał i sucho z wykończeniem trzeba spieszyć, aby beton nie zdążył stwardnieć, gdy jest pochmurno wilgotno i chłodno, można z robotą tą się nie tak śpieszyć.

Już wykończoną nawierzchnią musimy się troskliwie opiekować, gdy jest sucho i ciepło, trzeba ją narazie pokryć wilgotną płachtą, a następnie zasypać ziemią na kilka centymetrów i ziemię tę polewać stale wodą w ciągu 10 - 14 dni, albo też przy pomocy niewielkich poprzecznych i podłużnych tam z ziemi zalać powierzchnię jezdni wodą i utrzymywać ją w ciągu 10 - 14 dni,

aby słońce nie popsuło niestwardniałego jeszcze betonu.

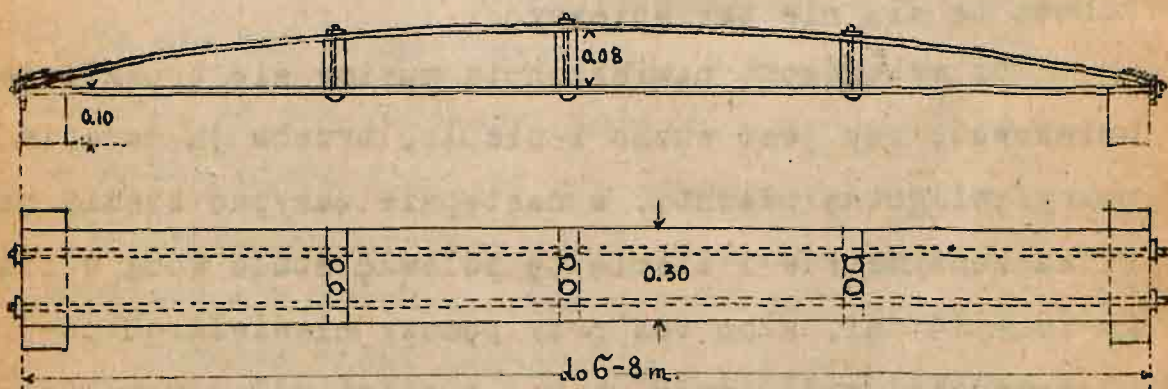
Przy cieple nie można otwierać drogi betonowej dla ruchu wcześniej niż po 14 dniach, a nawet po 3 tygodniach od wykończenia jezdni. Przy temperaturze niższej termin ten musi być przedłużony.

O r g a n i z a c j a r o b ó t . Należyta organizacja robót ma ogromny wpływ na jakość wykonywanych robót, szybkość wykonania i koszt.

Przy robotach na mniejszą skalę organizacja robót jest prostsza, gdyż roboty przy betonowaniu przeważnie wykonywa się ręcznie, materiał dowozi się końmi.

Przy większych robotach opłaci się zrobić poważne inwestycje w narzędziach i maszynach, aby móc szybko i dokładnie wykonywać roboty.

Największe doświadczenie w tym względzie ma Ame-



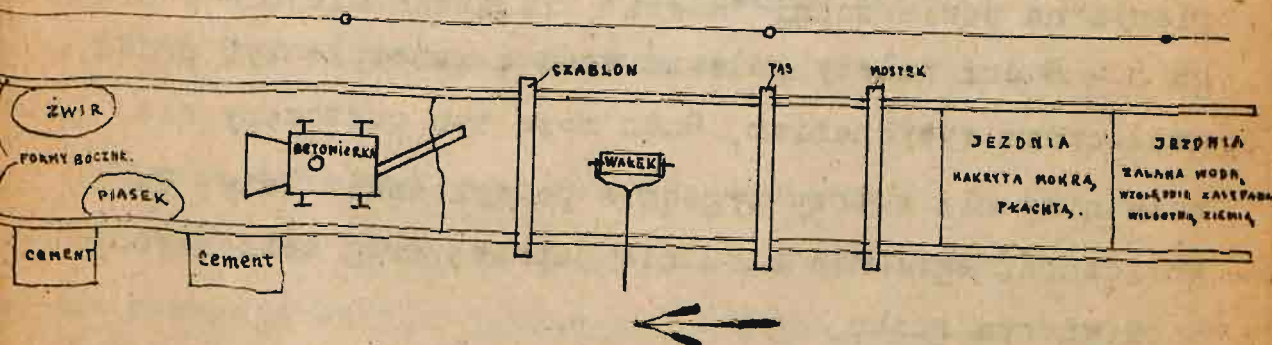
Rys. 101.

ryka, gdzie roboty przy budowie dróg betonowych bywają tak organizowane, że budowa jednego kilometra wykonywana jest w 6 - 10 dni.

W tych wypadkach jednak stosuje się udoskonalone narzędzia i maszyny, np. materiały dowozi się kolejkami roboczymi, wodę doprowadza się urządzonym czasowo wodociągiem, beton przygotowuje się w betonierkach /bebnowych/ odpowiedniej wydajności. Wszystkie narzędzia, formy, szablony znajdują się na robocie w odpowiedniej ilości.

Wreszcie personel techniczny i robotniczy musi być dobrze obeznany z tego rodzaju robotami i dobrze zgrany.

Szemat organizacji pracy wskazany jest na rys.102. Strzałka wskazuje kierunek, w którym przesuwa się budowa



Rys. 102.

U t r z y m a n i e d r ó g b e t o n o -
w y c h . Pęknięcia winny być natychmiast zalewane
gorącą smołą asfaltową lub w ostateczności zwykłą;
przedtem pęknięcie winno być dokładnie oczyszczone z
ziemi i błota. Smołą zalewa się powstałą szczelinę tak,
aby wychodziła ona po nad brzeg pęknięcia i zasypuje
grubym suchym piaskiem. Smoła winna mieć topliwość przy
40° C, a podczas zalewania należy podgrzać ją do 110 -
120° C.

Jeżeli mamy uszkodzenie poważniejsze, przy którym
musimy dać nowy kawałek nawierzchni, należy wtedy popsu-
ty kawałek nawierzchni betonowej usunąć, podłoże pod
nim wzmocnić przez ubicie i ewentualnie przez osuszenie
następnie należy dobrze zmoczyć brzegi starej nawierz-
chni i na miejsce popsutego kawałka nawierzchni nasy-
pać suchego betonu i ubijać go starannie aż do wystą-
pienia na powierzchni "mleka". Załatane miejsce w cią-
gu 5 - 8 dni należy polewać wodą i zabezpieczyć przed
gwałtownem wysychaniem. Ruch może być puszczony nie
wcześniej niż w trzy tygodnie po wykonaniu łaty. Ta o-
koliczność ogromnie utrudnia naprawę dróg betonowych
o ożywionym ruchu.

C h a r a k t e r y s t y k a d r ó g b e t o -
n o w y c h . Ze względu na kruchość, drogi betonowe

nadają się do ruchu średniego kołowego o żelaznych kołach, dobrze zato znoszą ruch samochodowy o obręczach gumowych.

Nawierzchnia betonowa może być zastosowana zarówno na ulicach miejskich, jak na drogach pozamiejskich.

Posiada następujące zalety: opór ruchu jest tylko bardzo mało większy od oporu ruchu na drogach asfaltowych, drogi betonowe należą pod tym względem do najlepszych.

Kurzu i błota na tych drogach jest bardzo mało, nawierzchnia jest nienasiąkliwa, - są więc to drogi higieniczne.

Ruch na drogach tych jest cichy.

Do wad zaliczyć należy śliskość szczególnie dla koni w czasie zimowym, z tego powodu nawierzchni betonowej powinniśmy unikać na wzniesieniach większych niż 3%. Wadą jest również łatwe powstawanie pęknięć i trudna ich naprawa, wymagająca zamknięcia ruchu na czas dłuższy.

Wreszcie do wad tego rodzaju nawierzchni /specjalnie dla naszych warunków/ zaliczyć należy to, że drogi te wymagają bardzo dokładnego i starannego wykonania, a więc i dobrze wykwalifikowanych robotników.

6. NAWIERZCHNIE ASFALTOWE .

Bywają albo z asfaltu prasowanego albo z asfaltu lanego. Jak do jednych tak do drugich używa się asfalt w różnych postaciach.

R u d a a s f a l t o w a . Są to pokłady geologiczne - wapienie i piaskowce, - przepocone bitumem t. j. materją tłuszczową, pochodzącą prawdopodobnie ze zwierząt przedpotopowych. Wprawdzie bitumami nazywają się także materje tłuszczowe lekkie i płynne jak nafta, olej skalny z temperaturą topnienia niżej 200°C , tu jednak pod bitumami rozumieć będziemy bitumy trudno topliwe, jak smoły górnicze z temperaturą topnienia $200 - 250^{\circ}\text{C}$, wreszcie twarde bitumy zmieszane z pokładami ziemi, czyli tak zwane asfalty z topliwością jeszcze wyższą.

Piaskowiec bitumiczny czyli rudę asfaltową piaskowcową bardzo łatwo przez podgrzanie możemy rozdzielić na składowe części: bitum i piasek, zawartość bitumu bywa do 15% wagi piaskowca bitumicznego. Wydobyty z piaskowca i oczyszczony bitum niekiedy nazywa się naturalnym gudronem i używamy go z dobrym skutkiem do smołowania dróg bitych.

100

Gudron w postaci czystej spotykamy bardzo rzadko. Znajduje się w Morzu Martwym w Palestynie, gdzie źródło jego wytryskuje pod wodą, skąd dzięki temu że jest lżejszy od wody, wypływa na powierzchnię i twardnieje stąd zbiera się go ; spotykamy go również na wyspie Trynidad w Wenezueli u ujścia Orinoko. Na wyspie tej znajduje się jezioro zajmujące 70 morgów, wypełnione gęstym bitumem, wydobywającym się z podziemi w stanie płynnym i zastygającym na powierzchni. Czysty bitum używamy jako domieszki rozpuszczającej asfalt właściwy.

Pod tą nazwą rozumiemy zwykle rudę asfaltowo-wapienną, rudy takie znajdujemy w Szwajcarji, we Francji, w Niemczech około Hannoveru, na Sycylji, w Rosji około Syzrania.

Znajdujemy go w postaci miękkiego brunatnego kamienia, posiadającego tę własność, że nagrzany do 50°C rozpada się na brunatny proszek; zwykły wapień nie rozpada się przy tej temperaturze. Jeżeli proszek ten nagrzejemy do 150°C , nabierze on możliwości utworzenia ściślej elastycznej masy pod pewnem ciśnieniem, względnie przy pewnem ugniataniu lub ubijaniu; masę tę nazywamy asfaltem prasowanym.

W zależności od sposobu wykonania i od składowych

zęści, nawierzchnie asfaltowe bywają prasowane
lane.

Nawierzchnia asfaltowa
prasowana. Zawsze wykonywa się na pokładzie
betonowym grubości 20 - 25 cm. Warstwę asfaltu daje się
grubości 4 - 6 cm.

Powierzchnia pokładu betonowego winna mieć pewną
zorstkość, aby asfalt się jej trzymał.

Wapień bitumiczny, czyli ruda wapienna, odpowied-
nia dla asfaltu prasowanego miele się na specjalnych
maszynach - młynach. Otrzymany tłusty proszek, koloru
ciemno brunatnego podgrzewa się do temperatury 70 -
50°C, zależnie od rodzaju rudy.

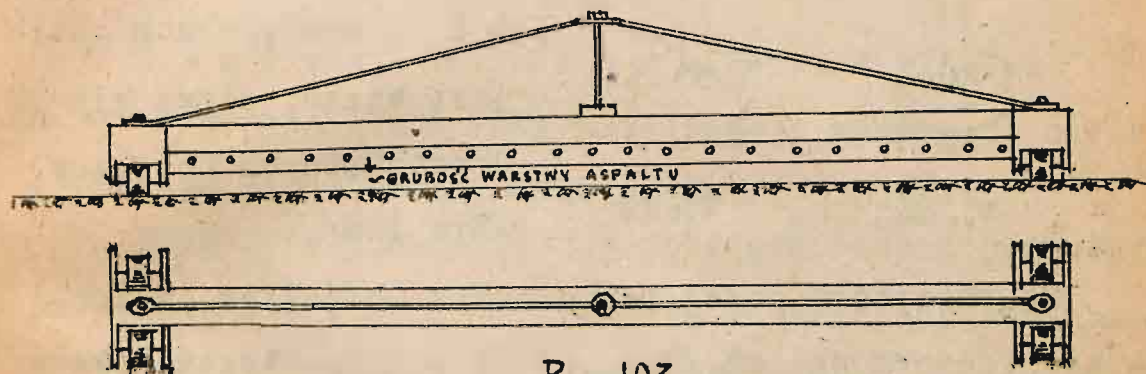
Proces ten odbywa się w specjalnych piecach sta-
tych i podgrzany proszek rozwozi się na miejsce robót
albo też podgrzewa się go w specjalnych piecach prze-
nośnych.

Należy tu podkreślić, że asfalt podgrzany stygnie
bardzo powoli: temperatura obniża się 2 - 3°C na godzi-
nę.

Przed przystąpieniem do budowy warstwy asfaltowej
należy pokład betonowy starannie oczyścić od ziemi, py-
łu i wysuszyć, jeżeli jest wilgotny, przez rozsypanie
gorącego proszku asfaltowego, potrzymanie go przez pe-

wien czas na powierzchni pokładu betonowego, potem proszek ten zbiera się i znowu podgrzewa w piecu.

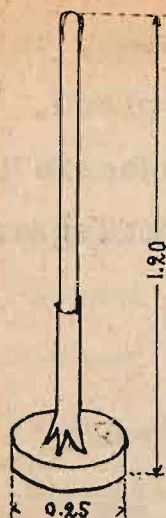
Podgrzany asfalt rozwozi się po pokładzie betonowym taczkami i rozsypuje równą warstwą podług szablonu /Rys. 103/.



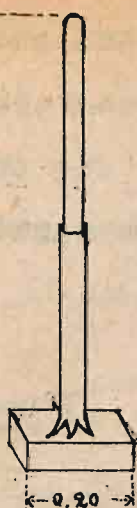
Rys. 103.

Ponieważ przy prasowaniu asfalt zmniejsza swoją objętość o 40 % , musimy proszek asfaltowy sypać warstwą o 40 % grubszą niż ma być projektowana warstwa asfaltu: np. dla otrzymania normalnej grubości powłoki z asfaltu prasowanego grubości 5 cm, trzeba sypać warstwę proszku asfaltowego grubości 7 cm.

Po rozsypaniu proszku i wyrównaniu warstwy przystępuje się do prasowania asfaltu, które polega na tem, aby luźno leżący proszek ubić i uwalcować i utworzyć z niego twardą i zbitą masę. Ubijanie rozpoczyna się przy pomocy żelaznych ubijaków /Rys. 104/ wagi do 20 - 25 kg.



Rys. 104.

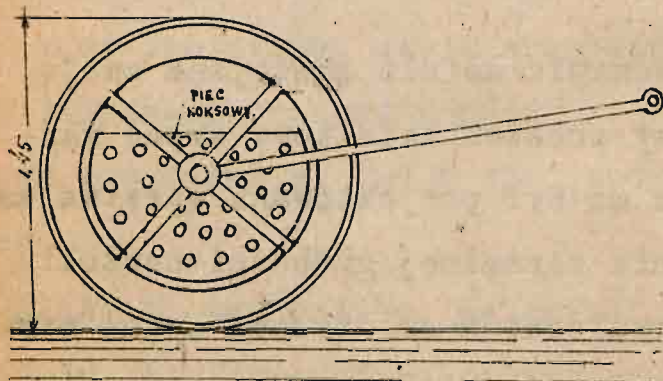


Rys. 105.

z drewnianą rączką. Ubijanie z początku odbywa się lekko nie wysoko podrzucając ubijak.

Przy szynach tramwajowych, hydrantach i t.p. i w miejscach gdzie jest wąsko, używa się prostokątnych ubijaków /Rys. 105/.

Po przejściu całej powierzchni ubijakiem, walcuje się ręcznym walcem /Rys. 107/ z podgrzewaczem koksowym, poczem poraz drugi ubija się ją ubijakami, podrzucając je na wysokość do 75 cm.



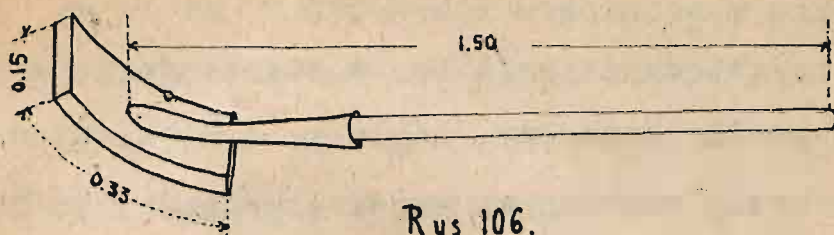
Rys. 107.

Przy ubijaniu należy zwracać uwagę aby ubijaki uderzały prostopadle, równo całą powierzchnią.

Po powtórnej ubiciu otrzymamy już zbitą masę asfaltową, którą dobrze jeszcze dowałcować ciężkim walcem np- benzynowym z podgrzewaczami koksowymi.

Wreszcie dla wzmocnienia i wygładzenia powierzchni

wygładza się powierzchnię nawierzchni asfaltowej gorącymi, na ogniu dobrze nagrzanymi gładzidłami /Rys. 106/



Rys. 106.

Nawierzchnia asfaltowa lana. Wykonywa się z rudy asfaltowej, wapiennej czyli z proszku asfaltowego, gudronu, żwiru i piasku.

Ruda asfaltowa wapienna po odpowiednim nagrzanu rozsypuje się w proszek. Żeby ją uczynić topliwą należy dodać naturalnego gudronu, wytopionego z rudy piaskowcowej. gorszy wynik otrzymamy przez dodanie gudronu sztucznego czyli smoły z węgla kamiennego, ponieważ otrzymamy mieszaninę mniej trwałą.

Zwykły skład asfaltu lanego 1 część gudronu, 7,5 części żwiru /do 2 - 3 m/m w średnicy/ i 15 części proszku asfaltowego. Jeżeli gudronu wziąć więcej, asfalt lany będzie miękł w czasie upałów.

Gotowanie takiego asfaltu odbywa się w specjalnych kotłach ruchomych. Przedewszystkiem do kotła wlewa się gudron, a dopiero potem stopniowo dodaje się pozostałe mieszaniny. Przy podgrzewaniu mieszaniny należy ją wciąż mieszać aby asfalt się nie przypalił i nie przepalił,

w tym celu w kotłach urządzone są przyrządy do ciągłego mieszania podgrzewanego asfaltu. Temperaturę podtrzymuje się w granicach 150 - 170°C.

Po przygotowaniu asfaltu, w stanie gorącym nalewa się na pokład betonowy, ceglany, a niekiedy nawet na zwykły bruk, rozrównywa warstwę grubości do 5 cm. i wygładza drewnianymi tarkami posypując ją piaskiem lub drobnym żwirem. Aby robotnicy mogli chodzić po gorącym asfalcie, wkładają trepy o grubych drewnianych podeszwach.

W powyższy sposób przygotowana nawierzchnia z lanego asfaltu jest znacznie tańsza niż z asfaltu prasowanego ale też i znacznie słabsza, nie używa się jej przeto na drogach i ulicach z ożywionym ruchem, a tylko ze słabym, na podwórzach, chodnikach i t.d.

A m e r y k a ń s k i l a n y a s f a l t stanowi nawierzchnię pośrednią między nawierzchnią z asfaltu prasowanego i nawierzchnią z asfaltu lanego.

Wykonywa się zawsze na pokładzie betonowym i składa się z dwóch warstw: dolnej grubości 3,5 cm. i górnej grubości 3,5 - 5 cm.

Jako lepsze tak dla dolnej jak dla górnej warstwy używa się tak zwany cement asfaltowy, t.j. proszek asfaltowy z domieszką naturalnego gudronu lub od-

padków naftowych, lepszycze to ma postać gęstego ciasta.

Na dolną warstwę bierze się ten cement asfaltowy, drobny tłuczeń przesiany przez sita o okach 2,5 cm. średnicy, oraz, w celu zapełnienia wolnej przestrzeni pomiędzy kamykami tłucznia, piasek.

Mieszanie powyższą w stanie gorącym rozlewa się po pokładzie betonowym i uwalcowywa walcem mechaniczny /parowym i spalinowym/.

Górna warstwa składa się z tegoż cementu asfaltowego i piasku. Piasku dodaje się tyle, aby zawartość bitumu stanowiła około 12 - 15 % /dla naszego klimatu/ objętości warstwy, dla okolic z gorętszym klimatem zawartość bitumu winna być mniejsza /9 - 12 %/. Oprócz piasku dodaje się w ilości 10 - 15 % objętości warstwy pyłu wapiennego lub zwykłego cementu portlandzkiego. Mieszanka ta nagrzewa się do temperatury 150°C i w gorącym stanie rozlewa się równą warstwą i walcuje walcami lekkimi z początku /3 - 5 tonn/ a później ciężkimi /8 - 10 tonn/.

Warstwa górna z dodatkiem pyłu wapiennego i cementu stanowi nawierzchnię bardzo elastyczną i mocną.

Wykonana w powyższy sposób nawierzchnia z jednej strony stanowi coś pośredniego pomiędzy nawierzchnią

z asfaltu prasowanego i nawierzchnią z asfaltu lanego, z drugiej strony przypomina nawierzchnię drogi bitej ze smołowaniem wzglębnem, odznacza się jednak większą trwałością niż drogi smołowane względnie bite i mniej-
szą śliskością niż zwykłe asfaltowe drogi z asfaltu prasowanego i z tego względu mogą być używane na spad-
kach 4 - 5 %.

W ostatnich czasach technika nawierzchni asfalto-
wych w Ameryce została bardzo rozwinięta i udoskonalo-
na, zatrzymywać się jednak na niej nie będziemy, ponie-
waż drogi asfaltowe dla Polski wobec braku asfaltowych
kopalń i wobec dużych kosztów przy sprowadzaniu materia-
łów tych z zagranicy, na razie większego znaczenia nie
będą miały.

C h a r a k t e r y s t y k a n a w i e r z -
c h n i a s f a l t o w e j . /asfalt prasowany lub
amerykański lany/. Nawierzchnie te są ciche, bardzo
gładkie, nie nasiąkliwe, a więc higieniczne i bardzo
trwałe. Wadą ich jest śliskość, nie dopuszczająca sto-
sowania tego rodzaju nawierzchni na spadkach większych
niż 2 - 3 %, a tylko dla amerykańskiej nawierzchni do-
puszczająca spadki 3 - 4 %. Wadą również jest wysoka
cena w Polsce, nie pozwalająca na szersze zastosowanie.

U t r z y m a n i e d r ó g a s f a l t o

w y c h . Charakterystyczną cechą tych nawierzchni jest ta, że pod wpływem ruchu nawierzchnia ugniata się stopniowo i ciężar gatunkowy powiększa się od 2,1 do 2,4, a grubość warstwy zmniejsza się z 5 cm. do 4 i nawet do 3,5 cm.

Po tem ugnieceniu nawierzchnia staje się trwalszą.

Zużycie nawierzchni asfaltowej jest niewielkie i przy średnim ruchu wynosi do $1\frac{1}{2}$ m/m na rok. Zużycie nawierzchni można dopuścić do grubości $1\frac{1}{2}$ - 2 cm., poczem należy nawierzchnię zerwać i odbudować na nowo.

Utrzymanie nawierzchni stosunkowo niewiele kosztuje i polega na łataniu przypadkowych uszkodzeń. Uszkodzone miejsca należy zerwać i wykonać łaty z nowego materiału, przytem zwracać należy uwagę, aby łaty dawane były na suche miejsce.

Normalnie nawierzchnie asfaltowe mogą służyć przy silnym ruchu 6 - 8 lat, przy średnim 8 - 10, a przy słabym do 16 lat.

Istnieje jednak wiele przyczyn, które znacznie mogą skrócić termin istnienia nawierzchni asfaltowej.

Do takich przyczyn przedewszystkiem zaliczyć należy użycie nieodpowiednich materiałów /np. smoły gazowej zamiast naturalnego gudronu/, nieprawidłowe wykonanie robót /np. nieodpowiednia proporcja materia-

łów, przepalenie asfaltu i t.p./. Wreszcie istnieją czynniki destrukcyjne, wpływające na nawierzchnię asfaltową. Do nich należy woda, namarzająca w szczelinach nawierzchni i rozsadzająca tę nawierzchnię.

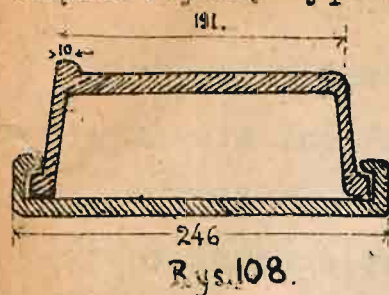
Gaz świetlny szczególnie szkodliwie oddziałuje na nawierzchnię asfaltową, gdyż nawierzchnia asfaltowa może pochłonać /absorbować/ gaz w objętości aż do 45 objętości tej nawierzchni, przyczem skutkiem tego jest rozmiękczenie nawierzchni.

Wreszcie destrukcyjnie wpływa na nawierzchnię asfaltową przesuwanie jej poziome pod wpływem ruchu kołowego wzdłuż pokładu betonowego, dzięki czemu na nawierzchni tworzą się fałdy, rozbijane przez koła.

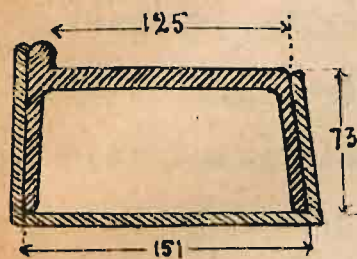
7. T O R Y J E Z D N E N A D R O G A C H .

Gdy po drogach są przewożone w znacznej ilości ciężary nawierzchnia ich zbudowana nawet bardzo mocno, np. z kostek na betonowym pokładzie, niekiedy nie może długo istnieć; aby z jednej strony zmniejszyć opór ruchu dla tych wielkich ciężarów, a z drugiej strony aby umożliwić większe obciążenie kół bez obawy rychłego zrujnowania nawierzchni zaczęto stosować różne koła jeździecze, układane w jezdni dróg bitych dla wozów

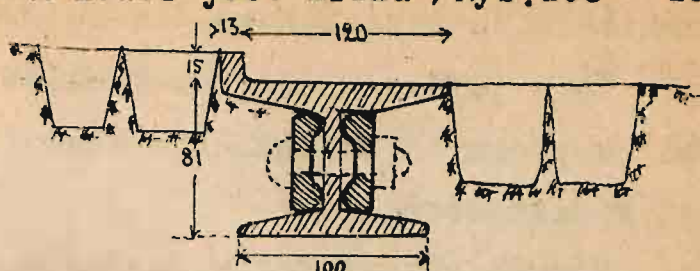
ciężarowych. Typów tych kolei jest kilka /Rys.108 - 112/.



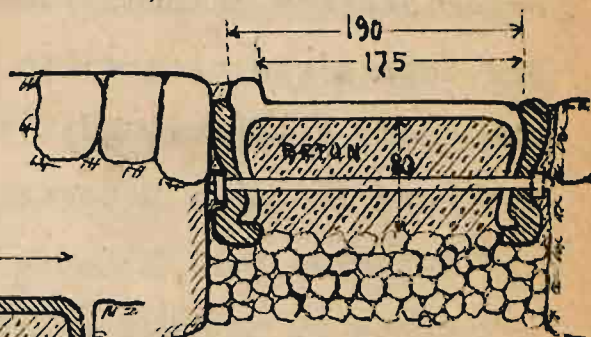
Rys.108.



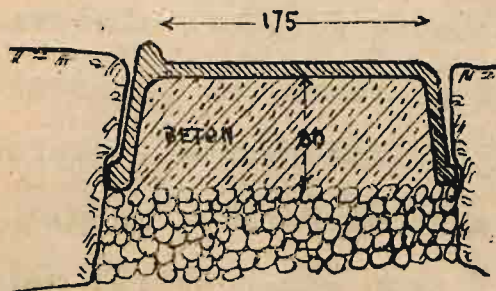
Rys.109.



Rys.110.



Rys.112.



Rys.111.

Układane są te koleje o szerokości śladu wozów ciężarowych po danej drodze. Przy układaniu takich torów trzeba zwracać uwagę, aby złącza były wzmacniane należycie sposobami przypominającymi sposoby używane przy złączach szyn kolei żelaznych /Rys.108, 109, 110, i 112/.

Współczynnik oporu takich kolei $\varphi = 0,004$ gdy dla najlepszej szosy francuskiej $\varphi = 0,022$, a dopuszczalne ciśnienie na koło może być znacznie wyższe, niż najmocniejsze bruki i teoretycznie może dochodzić do

ciśnienia dopuszczalnego dla żelaza.

Tory jezdne w drogach zaczęto przed wojną budować na próbnym odcinkach w wielu krajach, ale najwięcej w Niemczech.

Ujemne strony torów jezdnych jest ogromny koszt, ograniczający możliwość stosowania takich torów, następnie opłaca się stosowanie ich tylko na drogach z nieznacznymi spadkami, gdyż większe spadki ograniczają wielkość ładunków przewożonych i nie pozwalają należyście wyzyskać takich torów wreszcie stosować je można wyłącznie na drogach brukowanych, ponieważ na drogach bitych niemożliwym jest walcowanie i naprawa nawierzchni przy szynach, a na wszystkich drogach wzdłuż szyn tworzą się bruzdy. Z tych względów nie należy przepowiadać torom jezdny szerszego rozpowszechnienia, raczej należy mniemać, że więcej się opłacać będzie budowa nawierzchni zwykłej bitej czy brukowanej, ale wykonana starannie i z materiałów dobrych, niż zastosowanie torów jezdnych.

W Y B O R R O D Z A J U N A W I E R Z C H N I

Idealna nawierzchnia drogi winna odpowiadać bardzo wielu wymaganiom.

Wymagania te można podzielić na 1/ techniczne 2/ zdrowotne i 3/ ekonomiczne.

Wymagania techniczne. Do nich należy a/ t r w a ł o ś ć nawierzchni, polegająca na tem, aby wytrzymywała bez deformacji obciążenie ciężkich wozów, działania dynamiczne ruchu kołowego, waha-
nia temperatury oraz aby zużycie nawierzchni było możliwie małe i równomierne. Przeciętne np. zużycie dla nawierzchni z asfaltu prasowanego wynosi 1 - 1,5 m/m na

dla bruku mozajkowego	"	1 - 2	"
dla bruku kostkowego	"	2 - 3	"
dla bruku drewnianego	"	5 - 10	"
dla drogi bitej	"	12 - 20	"

b/ S z e r o k o ś ć n a w i e r z c h n i; wpływa ona na wielkość oporu ruchu i wielkość dopuszczalnego spadku na drodze. Tak np. Blanchard podaje następujące normy Ameryk. Związku Inżynierów Cywilnych:

Dla drogi żwirowej największy dopuszczal. spadek 12,0 %			
"	"	bitej	" 12,0 %
"	"	bitej smołowan. powierz.	" 6,0 %
"	"	bitej smołowanej wgłębniej	" 8,0 %
"	"	z asfaltu lanego /amer. spos/	" 8,0 %
"	"	z asfaltu prasowanego	" 5,0 %
"	"	betonowej	" 8,0 %

drogi klink. z wypełn. szwów cemen. zapr. dopusz.	6,0 %
" " " " smołą	12,0 %
" kostkowej z wypełn. szwów cem. zapr.	9,0 %
" " " " smołą	15,0 %
" z kostek drewnianych	4,0 %
c/ Łatwość i szybkość na-	

raw.

Wymagania higieniczne, łatwość oczyszczania i mała ilość kurzu względnie błota, powstającego się skutkiem zużycia nawierzchni nie-
sąsiadliwość oraz cichota są wy-
maganiem od nawierzchni dróg pod względem sanitarnym.

Wymagania ekonomiczne. Pod
względem od nawierzchni wymaga się aby koszt
pierwotny budowy nawierzchni
był możliwie najmniejszy, a późniejszy prze-
ciętny roczny koszt utrzymania był
możliwie najmniejszy; pod przeciętnym kosz-
tem utrzymania należy oprócz przeciętnych wydatków na
utrzymanie dodać również koszt w stosunku do 1 roku
renowacji nawierzchni, która jest niezbędna
przeciętnie:

dla zwykł. bruku kamien. po upływie 3 - 7 lat od rozp. ruc				
dla bruku kostkowego	"	25 - 30	"	"
dla bruku mozajkowego	"	15 - 20	"	"
dla drogi bitej	"	3 - 4	"	"
dla bruku klinkierowego	"	10 - 15	"	"
dla bruku drewnianego sosnowego		7 - 10	"	"
dla bruku drewn. z drzew. austr.		12 - 15	"	"
dla nawierz. z asfal. prasow.		8 - 12	"	"
dla nawierz. z asfal. lanego		3 - 4	"	"

Żadna z dotychczas budowanych nawierzchni dróg nie posiada jednocześnie wszystkich zalet wymaganych pod względem technicznym, higienicznym i ekonomicznym. Wybór nawierzchni należy przystosować w każdym wypadku do miejscowych warunków, w olbrzymiej większości wypadków niestety decydują prawie wyłącznie względy ekonomiczne, usuwając na plan dalszy względy techniczne lub higieniczne. W tym wypadku kiedy decydują o wyborze nawierzchni względy li tylko ekonomiczne należy zawsze sprawdzać czy budowa droższej /zwykle trwalszej/ nawierzchni nie opłaca się na dłuższy okres czasu w porównaniu do nawierzchni tańszej /zwykle mniej trwałej/.

Koniec rozdziału IV.

