

zały są one właściwie niezależne ani od ciężaru samochodu, ani też od chyżości przejazdu. Często małe ciężary i nieznaczne chyżości wywołują niebezpieczne dla otoczenia wstrząsy w stopniu znacznie wyższym niżli ciężkie pojazdy, przejeżdżające ze znaczną chyżością. Jedyne środki zaradcze leżą tutaj w równej nawierzchni, jednakże w naszych obecnych warunkach materialnych jest to dylemat najtrudniejszy do rozwiązania.

INŻ. M. WŁ. NESTOROWICZ
INŻ. ST. LENCZEWSKI SAMOTYJA

POMYSŁ USTROJU DROGI BETONOWEJ.

W ostatnich czasach technika drogowa kroczy w siedmiomilowych butach: codzień dowiadujemy się o nowych postępkach, zastosowaniu nowych pomysłów, nowych materiałów i t.p.

W szczególności w ostatnich czasach wielkie postępy zrobiła technika budowy dróg betonowych, w tej jednak dziedzinie nie powiedziała ona słowa ostatecznego; dużo pozostaje do udoskonalenia.

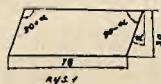
Do napisania tego artykułu natchnął autorów opis patentowanej nawierzchni z bloków betonowych, wykonanej na Śląsku a opisanej w Nr. 12 czasopisma „Cement” z 1932 r.

Pomysł w artykule niniejszym nie jest opatentowany, gdyż autorzy nie uważają za wskazane patentować pomysłu tego rodzaju; przeciwnie dla dobra techniki drogowej pożądane jest, aby każdy miał prawo z pomysłów takich korzystać, a korzystając udoskonalać. Panujący obecnie typ nawierzchni betonowej, wykonywanej w postaci płyt o długości kilkunastu metrów ze szczelinami dylatacyjnymi poprzecznymi i ze szczeliną podłużną jedną lub kilkoma przy większej szerokości nawierzchni wymaga bardzo skrupulatnego wykonywania: najmniejsze uchybienia przy wykonaniu płyty jako też przy dojrzewaniu już wykonanej płyty powodują jej pękanie; również ważną rzeczą jest należyte wykonanie podłoża płyty. Pomysł zastosowania stosunkowo niewielkich bloków zamiast płyt o powierzchni kilkudziesięciu m² każda ułatwia wykonanie roboty i umożliwia jednolitość wykonania: bloki mogą być wykonywane w specjal-

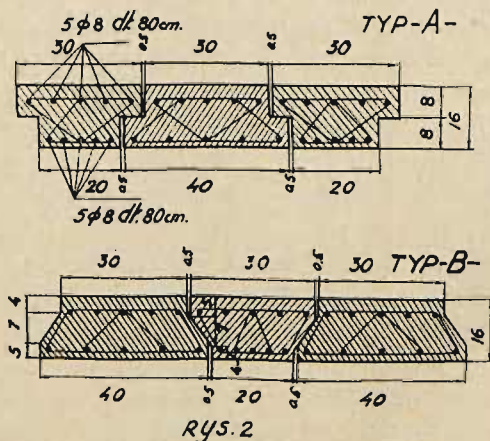
nej wytwórni w pobliżu np. żwirowni; podczas dojrzewania betonu łatwiej je można umieścić w takich warunkach, aby dojrzewanie mogło się odbywać normalnie; jednym słowem elementy nawierzchni możemy otrzymać jednolitej wartości technicznej. Wreszcie nawierzchnia ułożona z bloków niewielkich wymiarów po zalaniu szczelin specjalną masą bitumiczną nie będzie się obawiała pęknąć pod wpływem uderzeń dynamicznych przejeżdżających pojazdów. Jeżeli warstwa wierzchnia bloków pod wpływem ruchu będzie zniszczona, można ustrój bloków obmyśleć taki, aby je można było odwrócić na drugą stronę.

Przejdziemy teraz do szczegółów urządzenia jezdni. Jezdnia składa się z rzędów bloków, ułożonych pod pewnym kątem do osi drogi.

Bloki betonowe zbrojone, mają w planie kształt równoległoboku, o kątach $90 - \alpha$ i $90 + \alpha$ (rys. 1)



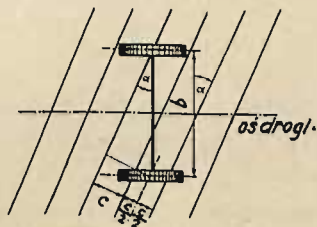
w przekroju poprzecznym zaś kształt prostokątny (typ A) lub też trapezowy (typ B) (rys. 2).



Równoległoboczny kształt bloków w planie uwarunkowany jest tem, że bloki te mają być układane w rzędach, pochy-

lonych pod kątem „ α ” do prostopadłej do osi drogi, spoiny zaś porzeczne mają być równoległe do kierunku ruchu.

Kąt pochylenia poszczególnych rzędów do osi drogi winien być taki, by, jak wskazuje rys. 3, w danym momencie na jednym rzędzie mogło znajdować się tylko jedno koło pojazdu. Przy zachowaniu tego warunku nawet gdyby przy szczelinach poprzecznych z czasem utworzyły się wgłębienia, pojazd resorowy miałby wahania poprzeczne, ale nie miałby ruchów skaczących, tak przykrych przy dylowanych drogach, o ile dyłina ułożona jest prostopadle do kierunku ruchu. Dlatego też rzędy bloków — na podstawie praktyki dróg dylowanych układamy pod pewnym kątem α (rys. 3).



RYŚ 3

Kąt pochylenia „ α ” może być określony ze wzoru:

$$\sin \alpha = \frac{1,5 \ c}{b}, \text{ gdzie} \quad (1)$$

c — szerokość bloku betonowego,
 b — rozstaw kół.

Skrajne wartości kąta α ustalimy, podstawiając do wzoru (1) skrajne wartości dla „ b ”, przy stałej szerokości bloków „ c ”.

Przyjmując $b = 1,10$ m dla pojazdów konnych i $b = 1,70$ m dla pojazdów mechanicznych przy szerokości bloków $c = 0,30$ m otrzymujemy dla kąta α następujące wartości:

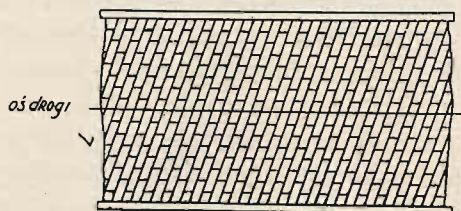
$$15^{\circ} 30' < \alpha < 23^{\circ} 40'$$

W danym wypadku przyjmujemy $\alpha = 18^{\circ}$, co odpowiada rozstawowi kół $b = 1,50$ m.

Sposób układania bloków wskazany jest na rys. 4.

Użyte mają być bloki o długości normalnej i połówkowe, co umożliwi mijankowe rozmieszczenie spoin, przyczem otrzy-

mujemy spoinę ciągłą wzdłuż osi drogi. Da to możliwość układania bloków ze spadkiem poprzecznym od osi drogi.



Rys. 4

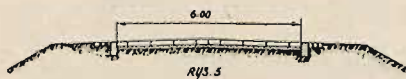
Długość całego rzędu bloków przy kącie pochylenia „ α ” i szerokości jezdni drogi „B” otrzymamy ze wzoru:

$$L = \frac{B}{\cos \alpha} \quad (2)$$

Skąd obliczyć możemy długości poszczególnych bloków.

W danym wypadku przyjmujemy, długość jednego bloku równą 78 cm i szerokość 30 cm (rys. 1).

Nawierzchnia z bloków betonowych winna być ułożona na warstwie piasku na specjalnie sprofilowanym podłożu lub też na odpowiednio wyrównanej starej nawierzchni tłuczniowej (rys. 5). Spoiny między blokami zalane będą materiałem bitumicznym.



Pewne trudności w ułożeniu bloków nasuwają się przy ich układaniu na łukach. Przedewszystkiem, wobec tego że zewnętrzna krawędź jezdni drogi na łuku jest dłuższa od krawędzi wewnętrznej, nie może być tu zachowana równoległość poszczególnych rzędów bloków.

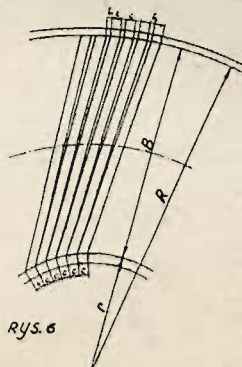
Mianowicie, jeżeli założymy, że kąt pochylenia bloków do normalnej do osi drogi na łuku jest stały, wielkość luzu „ δc ” między poszczególnymi rzędami bloków na zewnętrznej krawędzi jezdni w założeniu zupełnego ich zetknięcia się na krawędzi wewnętrznej otrzymamy z rys. 6

ze wzoru: $\delta c = c \left(\frac{R}{r} - 1 \right)$ gdzie (3)

c — szerokość bloków

R — promień zewnętrznej krawędzi jezdni

r — promień wewnętrznej krawędzi jezdni.



Poniżej zestawiamy wartości δc przy różnych promieniach łuków dla jezdni o szerokości normalnej i jezdni poszerzonej o $1\frac{1}{2}$ długości bloku.

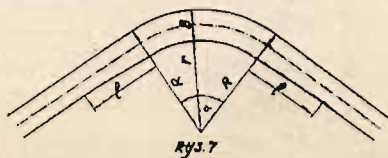
szerokość jezdni 6 m				szerokość jezdni 7,125 m			
promień łuku na osi drogi m	luz δc cm	promień łuku na osi drogi m	luz δc cm	promień łuku na osi drogi m	luz δc cm	promień łuku na osi drogi m	luz δc cm
30	6,72	80	2,34	30	8,25	80	2,79
40	4,83	90	2,07	40	5,97	90	2,49
50	3,84	100	1,86	50	4,65	100	2,25
60	3,15	150	1,20	60	3,84	150	1,47
70	2,70	200	0,93	70	3,27	200	1,11

Jak z powyższego zestawienia wynika, wielkości luzów przy promieniach łuku mniejszych od 100 m. są znaczne i gdybyśmy chcieli je zachować, to poszczególne rzędy bloków nie byłyby dostatecznie mocno związane ze sobą przy pomocy lepiszcza, na czym ucierpiałaby trwałość nawierzchni.

Jeżeli postawimy warunek, że wielkość luzu między poszczególnymi rzędami bloków na zewnętrznej krawędzi jezdni nie może być większa od 1,5 cm., to okaże się, że tylko na

łukach o promieniach większych od 150 m. poszczególne rzędy bloków mogą być ułożone bez zmiany kąta pochylenia „ α ” do normalnej do osi drogi.

Na łukach o promieniach mniejszych od 150 m. bloki należy układać tak, by luzy na zewnętrznej krawędzi jezdni były równe 1,5 cm. W tym celu rozsuwanie bloków należy rozpocząć w pewnej odległości „ l ” przed początkiem łuku i ukończyć na takiej samej odległości za końcem łuku (rys. 7).



Ilość rzędów przed początkiem i za końcem łuku, które winny być przechylone określi się ze wzoru:

$$n = \frac{1}{2\delta_c} \left[\frac{\pi\alpha}{180^\circ} B - \left(\frac{\pi r\alpha}{180^\circ C} - 1 \right) \delta_c \right] \quad (4)$$

gdzie

- n — szukana ilość rzędów
- r — promień wewnętrznej krawędzi jezdni
- B — szerokość jezdni na łuku
- c — szerokość bloku
- α — kąt środkowy łuku.

Dla przykładu przy:

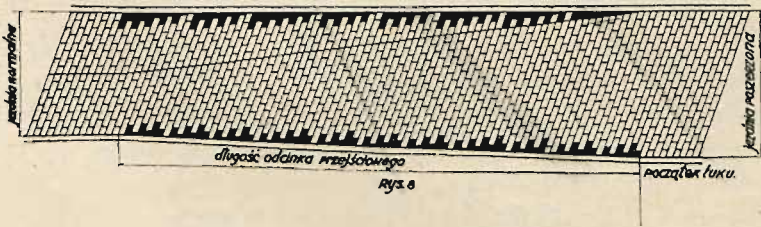
$$\alpha = 45^\circ$$

$B = 7,125$ m. i promieniu łuku w osi drogi 50 m. otrzymamy ilość rzędów rozsuniętych

$$n = 127 \text{ rzędów z każdej strony łuku.}$$

Na łukach o jezdni poszerzonej, zaprojektowanych zgodnie z przepisami b, Ministerstwa Robót Publicznych, nawierzchnia z bloków betonowych winna być układana, jak na rys. 8.

Powierzchnie zaczernione na rysunku, które otrzymują się na odcinku przejściowym przy przejściu od normalnej szerokości jezdni do szerokości zwiększonej mogą być układane z przycinanych bloków lub zapełnione betonem.



Spoiny między poszczególnymi blokami winny być wypełnione zaprawą bitumiczną. Zaprawa taka winna wypełnić szczelnie luzy między poszcz. blokami. Bloki typu B (rys. 2) mniej nadają się do układania na łukach od bloków typu A, ze względu na możliwość wzajemnego obniżania się poszczególnych rzędów przy ich rozsuwaniu i zwiększaniu spoin.

Jeżeli którykolwiek blok pod wpływem obciążenia lub temperatury oddzieli się od innych, to będzie on pracował, jak belka na sprężystym podłożu. Z dostateczną dla celów praktycznych ścisłością możemy przyjąć, że blok taki jest belką sztywną i rozkłada nacisk koła równomiernie na całej swej długości na podłoże (rys. 9). Sprawdzimy naprężenie w bloku o węższej podstawie.



Pod wpływem koła samochodu $P = 4$ tonny nacisk na podłoże wyniesie

$$p = \frac{4000}{78.20} = 2.56 \text{ kg/cm}^2$$

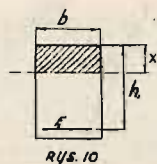
Największy moment gnący w przekroju pod kołem samochodu wyniesie

$$M = 2.56 \times 20 \times \frac{39^2}{2} = 38900 \text{ kg/cm}.$$

Naprężenia w przekroju elementu możemy znaleźć ze wzorów dla belki żelbetowej pojedynczo zbrojonej (rys. 10).

$$h_1 = 14 \text{ cm}$$

$$F_2 = 5 \cdot 8 = 2.5 \text{ cm}^2$$



$$x = \frac{15 F_2}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 b h_1}{15 F_2}} \right) =$$

$$= \frac{15.2.5}{30} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 30 \cdot 14}{15 \cdot 2.5}} \right) = 4.8 \text{ cm}$$

napężenie w betonie

$$\delta_b = \frac{2 M}{b \times \left(h_1 - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 38900}{30 \cdot 4.8 \left(14 - \frac{4.8}{3} \right)} = 43.7 \text{ kg/cm}^2$$

napężenie w żelazie

$$\delta_z = \frac{M}{F_z \left(h_1 - \frac{x}{3} \right)} = \frac{38900}{2.5 \left(14 - \frac{4.8}{3} \right)} = 1255 \text{ kg/cm}^2.$$

W rzeczywistości napężenia zarówno w żelazie jak i betonie wypadną znacznie mniejsze ze względu na podwójne uzbrojenie bloków i na mniejszą wartość momentów.

Uzbrojenie w blokach rozmieszczamy w dwóch warstwach i łączymy je przy pomocy strzemion, jak na rys. 2 typ A i B.

Uzbrojenie może być zarówno z prętów giębkich, jak i z siatki drucianej.

Beton w blokach winien być dwuwarstwowy, przyczem górna warstwa grubości 4—5 cm, winna jako warstwa narażona na destrukcyjny wpływ ruchu posiadać beton tłustszy i materiał kamienny lepszy, niż dolna nośna.

Jeżeliby miało być brane pod uwagę obracanie elementów, wtedy nawierzchnia miałaby rzędy elementów o nierównej szerokości, a dolna warstwa betonu winna mieć skład mocniejszy.

Pomysł ustroju drogi betonowej, podany w zarysie w niniejszym artykule, niewątpliwie wymaga dalszego opracowania, udoskonalenia, może uproszczenia i t. p. Być może, że praktyka wskaże inne wymiary lub inną formę elementów. Sądzymy

jednak, że zasada budowy dróg betonowych z bloków wyrabianych w specjalnych wytwórniach i przewożonych na drogę w stanie gotowym ma bardzo dużo stron dodatnich i powinna być zbadana w praktyce. Autorzy niniejszego artykułu osiągną swój cel, jeżeli artykuł ten wywoła dalsze pomysły i udoskonalenia z dziedziny budowy dróg betonowych.

PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH.

(Luty 1933 r.).

1. Zagadnienia finansowe, ekonomiczne i organizacyjne gospodarki drogowej.

1. *Roads and Streets* Nr. 2. — Luty 1933 r. H. P. Gillette.
Konkurencja kolei i przewozów drogowych.

Przy rozmaitych skargach kolei na konkurencję ze strony przewozów samochodowych zbyt mało bierze się pod uwagę, że rozwój życia przybrał w ostatnich latach tempo wyjątkowo ostre.

Koleje winny są w tym względzie, że prawie nie wprowadzały żadnych inowacji, — trochę motoryzacji, trochę elektryfikacji — i nic więcej, wszystko pozostało jak przed dziesiętkami lat.

Kapitały pożyczone rozłożono co do ich amortyzacji na zbyt wielkie terminy. Lokomotywę naprz. amortyzuje się w ciągu 20 lat, podczas gdy inne przemysły przyjmują obecnie znacznie krótsze okresy.

Właściwie mówiąc to w kolejnictwie nie widzi się żadnego postępu w ciągu całej ostatniej generacji, podczas gdy w zakresie innej techniki, a w tej liczbie i techniki drogowej, nastąpiły olbrzymie zmiany.

(K. F.).

2. *Engineering News Rekord* Nr. 8. — 23 lutego 1933 r. Inż. J. L. Harrison. *Wpływ budowy dróg na rozwój życia ekonomicznego.* (3 str.).

Literatura często w ostatnich czasach występuje z protestami, że państwo ponosi zbyt wielkie ciężary materialne na drogi. Zapomina się przytem, jak wyjątkowo ważnym czynnikiem dobre drogi są w organizmie gospodarczym.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej w 1932 roku było 400 tys. ludzi zatrudnionych bezpośrednio przy drogach federalnych, — stanowi to wraz z ich rodzinami 2 miliony ludności, czerpiącej swe utrzymanie z dróg.

Przynajmniej drugie tyle zajętych jest na drogach, utrzymywanych przez poszczególne stany i samorządy, co doprowadza ogólną cyfrę zatrudnionych do 4 milionów.