
WIADOMOŚCI DROGOWE

ORGAN STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH KONGRESÓW DROGOWYCH

PROF. EMIL BRATRO.

OBREĆCZE SAMOCHODÓW CIĘŻAROWYCH I ICH WPLYW NA NAWIERZCHNIĘ DROGOWĄ.

Rozwój budownictwa drogowego związany jest dzisiaj z postępem i ulepszeniami w dziedzinie budowy samochodów, które przywracając drogom ich pierwotne znaczenie jako arterjom ruchu dalekobieżnego, stawiają ze swej strony pewne wymagania odnoszące się bądźto do trasy, bądź też do nawierzchni.

Należy zwrócić uwagę, iż wysiłki nad motoryzacją ruchu drogowego są stosunkowo dość dawne, początkowo były jednakże ograniczone słabym rozwojem odpowiednich do tego celu silników. Jest rzeczą łatwo zrozumiałą, iż w pierwszym rzędzie usiłowało tu zastosować bardzo prymitywną maszynę parową. Już w r. 1769 usiłuje Francuz Cugnot dostosować motor parowy do lawety armatniej; w niewiele lat później bo w r. 1785 Anglik William Murdoch asystent Watt'a buduje pierwszy pojazd osobowy poruszany parą, który osiąga chyżość 13 km/g. Tę samą myśl usiłują w Anglii rozwinąć i udoskonalić Simington, Moore, Fourness i Ashworth oraz Amerykanin Evans. Wszystkie jednakże obmyślane przez nich konstrukcje nie mają żadnego praktycznego znaczenia z uwagi na prymitywność silnika, jego wielkie rozmiary i ciężar, a nadto ze względu na bardzo nieznaczną chyżość. W każdym jednak razie widzimy, że usiłowania nad motoryzacją ruchu drogowego poprzedziły właściwie konstrukcję lokomotywy, jeżeli za jej pierwotyp uważać będziemy wykonany w r. 1801 pierwszy parowóz Trevithick'a, nie wspominając już nawet o epokowym wynalazku Jerzego Stephensona, który ukazał się dopiero w r. 1814.

Jakkolwiek ten ostatni rozwiązał właściwie, na owe czasy w sposób doskonały zagadnienie własnego ruchu pojazdu, to jednakże rozwiązanie to było obciążone tem niedomaganiem, iż złączone było z koniecznością pewnej, dość skomplikowanej

organizacji ruchu oraz z pewnem ograniczeniem miejsca i czasu. Jednem słowem wynalazek Stephenson'a nie dawał swobody ruchu i niedozwalał na indywidualne wykorzystanie pojazdu. Z tego też powodu początki w XIX. są okresem dalszych wysiłków w tym kierunku jeśli wspomni się tylko Blenkinsop'a, Brunton'a, Nasmyth'a, Gurney'a, Hancock'a i Gordon'a. Ostatni doprowadza wprost do dziwactwa, budując pojazd zaopatrzony w szczudła naśladowujące chód konia. W każdym razie jednak trzeba stwierdzić, że usiłowania te nie poszły w zupełności na marne, czego najlepszem dowodem jest okoliczność, iż już w r. 1833 było w Londynie w ruchu powyżej 20 pojazdów drogowych parowych.

Ostateczny cios jednakże pracy nad skonstruowaniem odpowiedniego pojazdu drogowego zadało w Anglii ustawodawstwo, albowiem ustawa z r. 1865 postanawia, iż dla samoczynnych wozów drogowych zezwoloną jest na wolnej przestrzeni chyżość 4 mile ang. na godz., zaś w obrębie miejscowości 2 mile. Ustawa ta była ruiną tendencji do motoryzacji ruchu drogowego w Angli i na tem tle staje się zrozumiałem, iż dalsze wysiłki myśli ludzkiej w omawianym kierunku przenieść się musiały gdzieindziej, znajdując w ówczesnych warunkach najlepszą możność rozwoju we Francji. Tam też buduje w r. 1873 pierwsze swe wozy Bollé, następnie hr. de Dion w spółce z Bouton'em, wreszcie Serpollet. Ukoronowaniem dalszych wysiłków jest wynalazek przez Niemca Otto silnika czterotaktowego, którego konstrukcje rozwija następnie Daimler, wykonując w r. 1887 pierwszy, dla celów realnych możliwy samochód. Równocześnie ukazują się pierwsze konstrukcje Benz'a tak, że właściwie ten okres uważać możemy za początek w budowie, odpowiednich dla celów drogowych pojazdów mechanicznych.

Już pierwsi konstruktorowie tych wehikułów spostrzegli jednak pewne braki, odnoszące się do tej części samochodu, która styka się bezpośrednio z drogą, mianowicie do kół. Pojazd mechaniczny, rozwijający większą chyżość nie mógł bez szkody dla siebie oraz dla drogi poruszać się na kołach o zwykłej konstrukcji, przejętej z ruchu zaprzęgowego. W szczególności spostrzeżono konieczność uelastycznienia koła, celem zmniejszenia występujących przy szybkiej jeździe wstrząsów.

Materiałem, który do tego celu najwięcej się nadawał była guma. Olbrzymie zasługi około umożliwienia praktycznego jej użycia, jednakże jeszcze nie w myśli dostosowania jej do obręczy kołowej, położył Amerykanin Goodyear, który w r. 1845 opatentował wynaleziony przez siebie sposób wulkanizowania gumy.

W tym samym roku uzyskał Anglik Thompson pierwszy patent na oponę pneumatyczną, typ jego jednakże nie znalazł szerszego zastosowania. Dopiero epokowy wynalazek Irlandczyka John Boyd Dunlop'a gumowych opon pneumatycznych dokonany w r. 1888 i zastosowanie ich poraz pierwszy przez firmę Michelin et Com. do samochodów zdecydowały o ostatecznym zwycięstwie tego typu przy samochodach osobowych.

Od tego czasu rozpoczyna się w budowie mechanicznych pojazdów drogowych olbrzymi postęp. Każdy rok przynosi z sobą ulepszenia, które charakteryzują się powiększeniem bezpieczeństwa jazdy i chyżości. Kiedy w r. 1895, a więc wówczas gdy samochód przedstawiał już typ nowoczesny, urzędowo z inicjatywy „Le Petit Journal” celem zainteresowania świata sportowego pierwsze międzynarodowe wyścigi samochodowe pomiędzy Paryżem a Rouen, osiągnięto wprost śmieszna na dzisiejsze czasy chyżość 20,5 km/g. Już jednakże w r. 1898 powiększa się ona do 60 km/g., w r. 1902 do 83 km/g., w r. 1909 osiąga cyfrę 205 km/g., zaś w ostatnich czasach obserwujemy już wprost fantastyczne chyżości, gdy wspomnę tylko o osiągniętej przez Anglika Segrave wartości 372,27 km/g, oraz o jeszcze wyższym rekordzie uzyskanym 22.II.1933 r. przez Cambella w Dakota — Beach (Floryda) a wynoszącym 435 km/g. Zapewne, że są to wszystko rezultaty o charakterze sportowym, obliczone na krótkich odcinkach i nie mające narazie żadnego praktycznego znaczenia, niemniej jednak charakteryzują doskonale olbrzymi postęp w dziedzinie budowy samochodów.

Postęp ten uwydatnia się zasadniczo w dwóch dziedzinach, mianowicie w rozwoju silnika, oraz konstrukcji nowoczesnych obręczy samochodowych. Nie da się zaprzeczyć, iż odgrywa tu rolę również cały szereg ulepszeń, odnoszących się do najrozmaitszych innych elementów samochodu (niskie położenie środka ciężkości, odpowiednie uresorowanie, napęd i hamowanie na obie osie, powiększenie ilości osi i t. p.), niemniej jednak trzeba zaznaczyć, iż podstawowymi momentami, które de-

cydują o wartości samochodu są oba poprzednio wspomniane. Pozostawiając na uboczu sprawę silnika zająć się pragniemy bliżej obręczami samochodowymi, których odpowiednia konstrukcja nie tylko chroni sam pojazd od szybkiego zniszczenia, ale nadto i co jest szczególnie ważne dla inżyniera budowy, wywiera dodatni wpływ na nawierzchnię drogową.

Pomiędzy obręczą pojazdu a jezdnią istnieje ścisły związek; podobnie jak zły stan jezdni oddziałują ujemnie na obręcze samochodowe a tem samem na cały wóz, również i odwrotnie nieodpowiednia konstrukcja obręczy względnie ich większe lub mniejsze zniszczenie odbijają się mniej lub więcej ujemnie na stanie nawierzchni.

Ażeby zrozumieć należycie rolę jaka przypada obręczom samochodowym w odniesieniu do ich wpływu na nawierzchnię drogową, musimy sobie w pierwszym rzędzie zdać dokładnie sprawę z przebiegu sił, jakie występują w okresie przejazdu samochodu przez drogę. Pamiętać przytem należy, że oddziaływanie samochodu na jezdnię może być dwojakie: statyczne lub dynamiczne. Z pierwszym objawem będziemy mieli do czynienia, gdy pojazd znajduje się w stanie spoczynku, drugi uzewnętrznia się w czasie ruchu pojazdu, a powodem jego będą nierówności drogi. Pragnąc zilustrować oddziaływanie pojazdu na drogę, zajmiemy się ich stroną dynamiczną jako wybitnie ujemniejszą niżli statyczna a nadto, dla uproszczenia zagadnienia, rozpatrzmy tu wyłącznie tylko oddziaływania pionowe.

Każdy samochód, czy to osobowy, czy też ciężarowy składa się z dwóch mas; jednej nieuresorowanej, którą stanowią osie wraz z kołami i pewna, nieznaczną część mechanizmu, oraz drugiej uresorowanej, obejmującej ramę podwozia wraz z większą częścią mechanizmu, całe nadwozie, a nadto obciążenie ruchome. Nie wchodząc tu w sprawę oddziaływania resorów, która jest jednakże również niezmiernie ważną¹⁾, zwrócić należy uwagę na pewną nieformalność w użyciu wyrażenia „masy nieuresorowanej”, a to z tego powodu, iż masa ta jest właściwie uresorowaną mniej lub więcej elastycznymi obręczami

¹⁾ Dr. Mahrn: Grundlagen der Federung von Automobilen. Berlin 1932. Verlag v. M. Krayn.

mi kołowemi, jeżeli z orbity naszych rozważań usuniemy obręcze żelazne, których własności elastyczne są zupełnie minimalne, które jednak znajdują dzisiaj chyba tylko zupełnie wyjątkowe użycie. Tego rodzaju wyodrębnienie obu wspomnianych mas jest potrzebne z tego powodu, że przy przejeździe przez przeszkody zachowują się one jak zobaczymy zupełnie odmiennie.

Obserwując ruch samochodu spostrzegamy, iż już nawet nieznaczne nierówności drogi powodują podskoki i opady części nieuresorowanej, a więc osi i kół, co z natury rzeczy wywołuje większe lub mniejsze naciski dynamiczne na powierzchnię drogi. Niezależnie od tego wymienione ruchy pionowe wywołują oscylacje części uresorowanej, przyczem wielkości wynikających stąd oddziaływań zredukowane są w znakomity sposób przez resory. Zwrócić należy odrazu uwagę na fakt, iż maksimum oddziaływań dynamicznych części nieuresorowanej i uresorowanej nie występują równocześnie, co z punktu widzenia drogowego należy uważać za objaw bardzo pożądany dający w rezultacie znacznie mniejsze naciski jednostkowe, aniżeli miałyby to miejsce gdyby następowała równoczesność maksimumów obu wspomnianych oddziaływań.

Jest rzeczą łatwo zrozumiałą, iż naciski dynamiczne, wynikające z żywej siły uderzenia muszą być opanowane przez dostateczną wytrzymałość nawierzchni drogowej. Wrazie gdy wytrzymałość ta jest zamałą, lub też gdy naciski są zawiękie, droga niszczeje. Zabezpieczenie pewnej wytrzymałości nawierzchni leży w granicach możliwości inżyniera budowy; z drugiej strony jednakże przez odpowiednią konstrukcję tej części samochodu, którą styka się on z nawierzchnią, a zatem obręczy kołowych, możemy w wybitny sposób zredukować wielkość oddziaływań dynamicznych, a co zatem idzie również i wielkość nacisków jednostkowych. Na pierwszy plan jednakże wysuwa się konieczność pomiaru tych oddziaływań, gdyż dopiero poznawszy ich wielkość możemy zdać sobie sprawę, jakie wymagania będziemy stawiali z jednej strony w odniesieniu do nawierzchni, z drugiej zaś do obręczy samochodowych.

Mimochodem należy zauważyć, iż znajomość wielkości oddziaływań dynamicznych, potrzebną jest jeszcze dla innego, obecnie nas nieobchodzącego powodu, mianowicie z uwagi na ocenę

ewentualnych wstrząsów okolicznego terenu i budynków, które zależne będą nadto od rodzaju nawierzchni i obręczy. Elementy tych wstrząsów t. zn. ich amplitudy i perjody mierzyć możemy doskonale, zwyczajnie przy rozkładzie na składowe (dwie poziome, równoległa i prostopadła do osi, oraz pionowa) z pomocą seismografów, odpowiednio do tego celu przystosowanych. Jeśli poruszam tę sprawę tutaj, to jedynie z tego powodu, by zwrócić uwagę na niedopuszczalność przypuszczeń, jakoby z pomiarów seismograficznych można było uzyskać odpowiednie dane odnoszące się do wielkości oddziaływań dynamicznych. Jest bowiem rzeczą zupełnie jasną, iż seismograf rejestruje tylko skutki nie dając żadnych dat w odniesieniu do przyczyny wstrząsów. Wiadomo również jak olbrzymi wpływ na amplitudę drgań ma rodzaj terenu, na którym droga jest położona, większe lub mniejsze nasycenie go wodą i t. p. czynniki, których narazie rachunkowo uchwycić nie potrafimy. W ostatnich czasach zwrócono nadto zupełnie słuszną uwagę¹⁾, iż nie jest możliwem uchwycenie wzajemnych oddziaływań bezpośrednio pomiędzy obręczą a jezdnią, a z natury rzeczy trzeba się zadowolić tylko pomiarem drgań w tym punkcie, w którym stoi seismograf, a zatem w pewnym, większem lub mniejszem oddaleniu od koła. Tymczasem przecież droga jest niszczoneą pod kołem a nie tam gdzie stoi instrument.

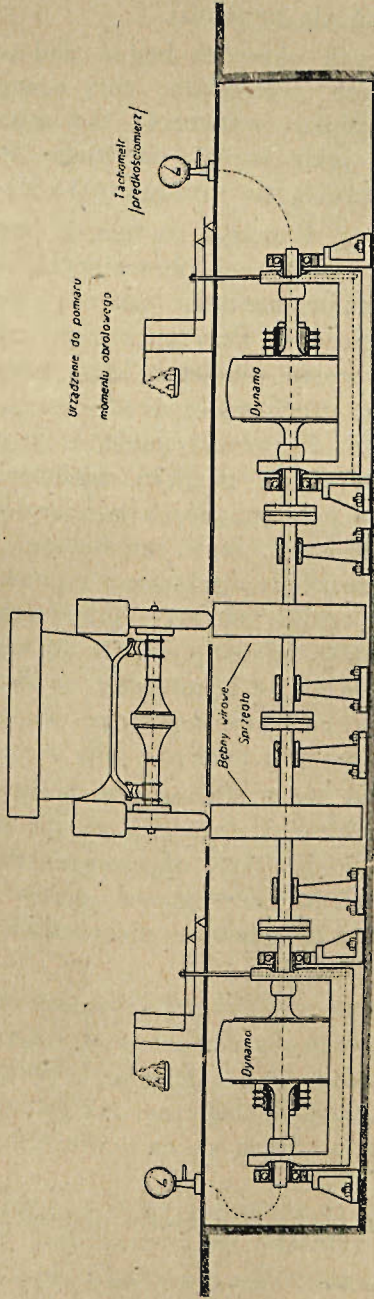
Przy przejeździe pojazdu powstają wskutek nierówności drogi siły, oddziaływujące równocześnie na obręcz i jezdnię. Energia doprowadzona do drogi w punkcie uderzenia, zużytkowuje się częściowo na stałą deformację terenu, zatem na zniszczenie drogi, częściowo zaś zużywa się na wywołanie drgań okolicznego terenu i skutki z tej ostatniej części możemy właśnie stwierdzić seismografem. Można zatem bezsprzecznie z pomierzonych wstrząśnień wysnuć pewne wnioski²⁾ na podstawie porównania djaqramów w odniesieniu do istotnego miejsca wstrząśnień, jednakże nie można z tych pomiarów otrzymać wielkości działających sił.

Jak widzimy zatem, droga pomiarów seismograficznych

¹⁾ Dr. Mahrun: Luftreifen und Vollgummireifen. Der Strassenbau Nr. 5 ex 1932.

²⁾ Uczyniono to w opisanych później doświadczeniach de Quervain'a.

Badanie samochoďdów na bębnach wirowych



Rys. 1.

do pożądaných dla nas rezultatów w kierunku ustalenia wielkości oddziaływań nie prowadzi.

W pierwszych okresach badań nad wielkością oddziaływań dynamicznych przerzucono całą pracę na doświadczenia laboratoryjne, usiłując wytworzyć tam sztucznie podobne warunki przejazdu jakie istnieją na drodze. Potrzebne do badań tych urządzenia dzielą się zasadniczo na dwa typy.

Pierwszy (rys. 1) polega na tem, iż pędne koła samochodu umieszczone są na bębnach obracających się na osi poziomej, połączonej z dynamomaszyną; sam zaś pojazd przytrzymany jest w stałym położeniu. Przy puszczeniu zatem motoru w ruch, pojazd się nie porusza, albowiem koła pędne oddają swój ruch na bębny, te zaś uruchamiają dynamomaszynę z którą złączony jest przyrząd do odczytywania elektromotorycznej sprawności oraz aparat do pomiaru wielkości momentu obrotu. Nadto wał bębna połączony jest z tachografem celem stwierdzenia chyżości obrotów. Jeżeli na bębnie umieścimy w formie listwy stałą przeszkodę, natenczas z pomiaru opadu resorów i ugniotu elastycznych obręczy gumowych dojść możemy do pewnych rezultatów, odnoszących się do wielkości oddziaływań dynamicznych. Da się to uskuteczyć na drodze porównawczej, przez uprzednie ustalenie z pomocą obciążeń statystycznych związków zachodzących pomiędzy siłą a ugniotem lub opadem.

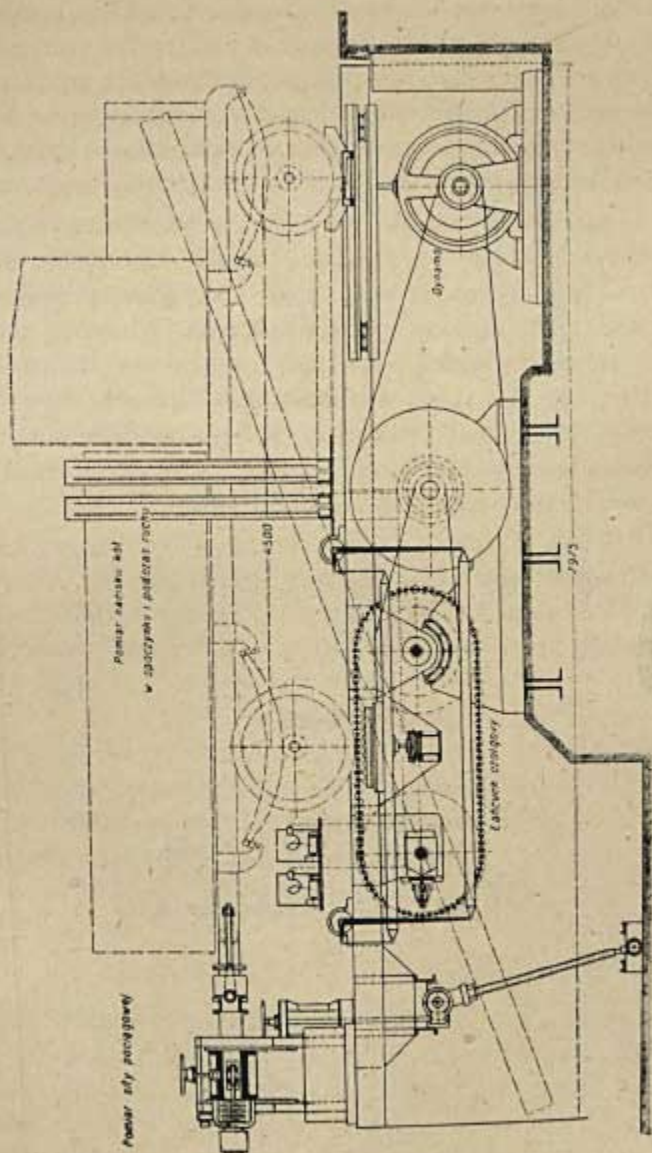
Przyrządowi temu robiono zresztą słuszny zarzut, iż koła pojazdu mechanicznego rozwijają się nie na płaszczyźnie lecz na walcach, co w rezultacie doprowadza do mniej ścisłych wyników w odniesieniu do ustalenia oporów. Na walcu bowiem uginają się obręcze gumowe nieco odmiennie niżli w płaszczyźnie drogi.

Prof. Langer w Akwisgranie udoskonalił drugi typ urządzenia pomiarowego dla samochodów ¹⁾ (rys. 2), wedle którego koła pędne badanego samochodu ustawione są na ruchomej taśmie o konstrukcji analogicznej jak taśmy czołgowe. Wskutek tego koło pojazdu obraca się na powierzchni podobnej do jezdni drogowej.

Wewnątrz taśmy pod kołem umieszczone są wałeczki, na

¹⁾ Prof. Langer: Aufgaben der Forschung im Kraftfahrwesen. V. D. I. 1926. Nr. 5.

Badanie samochodów na łańcuchu czołgowym



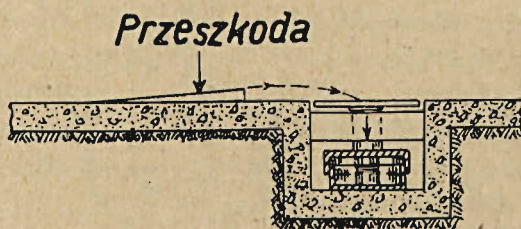
Rys. 2.

których wspiera się koło, a które połączone są z wagą tak, iż w każdym momencie umożliwiające jest odczytywanie wielkości nacisku koła, co zresztą odbywa się z pomocą osobnego aparatu samoczynnie. Koła czołgowe przenoszą ruch na dynamo-

maszynę, przytem odczyty elektromotorycznej sprawności odbywają się jak poprzednio. Samochód jest nadto złączony z przyrządem do pomiaru siły pędnej, który również zaopatrzony jest w samoczynny registrator. Całość urządzenia może być nadto pochyloną pod dowolnym kątem, co pozwala również przeprowadzać badania w odniesieniu do rozmaitych spadków.

Okazało się jednak, że pomiary laboratoryjne dalekie są od doskonałości i doprowadzają często do omyłek, pochodzących z tego powodu, że naogół otrzymujemy przy nich siły mniejsze niżli są one w rzeczywistości, albowiem pozostawia się tu niewuwzględnioną bezwładność masy obręczy, oraz wpływ czasu na ich elastyczne oddziaływania. Rezultatem z przedstawionego stanu rzeczy musiało być przeświadczenie, iż z doświadczeń przeprowadzonych bezpośrednio na drodze można się spodziewać bardziej realnych rezultatów,

Pierwsze kroki w tym kierunku były dosyć niedołążne a postawione zostały w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Polegały one na tem, iż na drodze urządzano sztuczną przeszkodę (rys. 3), poza którą w odległości przeskoku koła



Rys. 3.

wmontowany był w jezdnię miedziany cylinder pomiarowy 12,7 mm średnicy przy tej samej wysokości, na który przenosiło się uderzenie spadającego koła z pomocą stosowanego stempla. Z ugniotu cylindra względnie jego wybrzuszenia można było oznaczyć siłę uderzenia z pomocą diagramu uzyskanego przez zginięcie takiego samego cylindra przy statycznym działaniu ciężaru.

Zabieg ten dawał zamale wartości, a błąd jego był tem większy, im mniej elastyczną była obręcz. Jest to zrozumiałe już choćby z tego powodu, iż wciśnięcie przykrywy cylindra

złączone być musi z pewnym stłumieniem uderzenia, którego w rzeczywistości jednak na drodze niema.

Najpewniejsze rezultaty osiąga się jednak przez pomiar przyśpieszenia względnie opóźnienia ruchu, jakie występują przy przejeździe samochodu przez przeszkodę na drodze. Naciski dynamiczne są bezpośrednio trudno uchwytne. Jeżeli jednak będziemy pamiętali, iż siła jest iloczynem z masy i przyśpieszenia, natenczas przy znanej masie pojazdu a względnie jego części nieuresorowanych, cała sprawa zredukuje się do pomiaru występujących przy uderzeniach przyśpieszeń lub opóźnień. W realizacji tej myśli skonstruowany został szereg przyrządów, które umieszczone na osi pędnej samochodu umożliwiają bezpośrednio rejestrację przyśpieszeń. Nie wdając się tutaj w opisy tych przyrządów, których szczegóły urządzenia mogą być bardzo rozmaite¹⁾ zwrócić należy uwagę, iż dopiero wprowadzenie tych metod pomiarowych umożliwiło uzyskanie dat zupełnie pewnych w odniesieniu do naturalnych warunków ruchu, z pominięciem wszelkiej sztuczności, która bezsprzecznie obciążała doświadczenia laboratoryjne.

Wychodząc z zasadniczego wzoru, iż:

$$P_N = M_N \cdot b$$

przyczem: P_N oznacza nacisk dynamiczny masy nieuresorowanej, M_N wielkość masy nieuresorowanej,

b przyśpieszenie pomierzone na przyrządzie, i transformując ten wzór na formę prostszą:

$$P_N = \frac{W_N}{9,81} \cdot b$$

gdzie W_N jest ciężarem części nieuresorowanej, otrzymujemy z dostatecznym przybliżeniem (zamiast 9,81 dla uproszczenia 10,0), iż wielkość nacisku dynamicznego będzie iloczynem z ciężaru nieuresorowanej części samochodu i $1/10$ przyśpieszenia, względnie opóźnienia. W ten sposób przy uzyskanem przyśpieszeniu np.: 150 m/sek² każdy kilogram masy nieuresorowanej oddziaływa na drogę wielkością 15 kg. Do tego dodać należy

¹⁾ Dr. E. Neumann: Der neuzeitliche Strassenbau. Wyd. II, podaje na str. 39 typ użyty w Ameryce. E. Bratro: Droga doświadczalna w Brunświku. „Wiadomości drogowe” Nr. 46 i 47 ex 1931 podaje typ prof. Langerera i Thomégo.

naturalnie również wielkość nacisku statycznego. Zwrócić przytem trzeba uwagę, iż jest to tylko nacisk wynikający z uwzględnienia masy nieuresorowanej, do którego sumuje się jeszcze nacisk spowodowany uderzeniem masy uresorowanej, łagodzony przez resory i dający się dostatecznie dokładnie oznaczyć przez obserwację ich ugięcia. Przy tej sposobności trzeba zaznaczyć, iż przyrost nacisku dynamicznego części uresorowanej przy ruchu pojazdu po nierównej drodze, jest nieznaczny w stosunku do takiego samego przyrostu masy nieuresorowanej a zatem praktycznie częściowo sztywnej. Główną zatem część zniszczeń drogowych należy zakontować na ruchunek oddziaływań części nieuresorowanych.

Rys. 4. ¹⁾ daje nam przykładowo obraz nacisków na drogę w rozmaitych stadjach przejazdu tylnej osi samochodu ciężarowego przez przeszkodę na drodze z chyżością 20 kg/godz.

Widzimy z niego, iż aż do pozycji 1 t. zn. do chwili gdy koło nie napotkało jeszcze przeszkody oddziałują na drogę w czasie ruchu pojazdu li tylko naciski statyczne. Wielkość nacisku sumarycznego jest w tym wypadku $W_T = W_{TN} + W_{TR}$, przyczem silnie przeważa tu nacisk części uresorowanych. W pozycji 1 uderza koło o przeszkodę i w tym momencie występuje szereg zjawisk dających w rezultacie znacznie powiększenie nacisku statycznego. W pierwszym rzędzie występuje objaw podnoszenia się osi pojazdu należącej do części nieuresorowanej, które zależne będzie z jednej strony od wysokości przeszkody, z drugiej zaś od rodzaju obręczy. Kiedy np. przy obręczy żelaznej, praktycznie sztywnej, wznios osi wynosi prawie tę samą wysokość jaką posiada przeszkoda, to przy obręczy gumowej, ta ostatnia wchłania w siebie mniej lub więcej przeszkodę a oś podnosi się tylko o tę wysokość, która z powodu braku dostatecznej elastyczności była niemożliwą do wchłonięcia przez obręcz. Jest przytem rzeczą zrozumiałą, że w zależności od rodzaju obręczy będą różne zdolności wchłaniania przeszkody, a co zatem idzie rozmaite możliwości co do wielkości podrzutów osi. Ugniot obręczy elastycznej jest wynikiem siły spowodowanej powstałym przy napotkaniu przeszkody przyśpieszeniem ku górze masy nieuresorowanej. Siła ta wzras-

¹⁾ Wyjęte z pracy Prof. P. Langnera p. t.: Wechselwirkungen der Kräfte zwischen Fahrzeug und Fahrbahn. Auto und Strasse. Berlin 1927.

tać musi w miarę wjazdu na przeszkodę od pozycji 1 ku pozycji 2, osiągając swoje maksimum w punkcie I_N , poczem przy zachowaniu jeszcze ruchu ku górze przeszkody zaczyna gwałtownie maleć. Wielkość tego maksimum będzie $P_{NI} = M_{TN} \cdot b_{NI} + W_{TN}$.

W momencie podnoszenia się osi ponad przeszkodą musi nastąpić również pewne wygięcie resorów, niosących masę uresorowaną, co w rezultacie uzewnętrznia się w odniesieniu do drogi pewnym wzrostem nacisku części uresorowanej, zależnym od elastyczności resorów, które zaczynają oscylować dość niezależnie od samej przeszkody. Oscylacja ta doprowadza nawet w pewnych momentach do zmniejszenia nacisku dynamicznego części uresorowanej, poniżej wielkości oddziaływań statycznych.

Po przekroczeniu najwyższego punktu następuje oderwanie się koła od przeszkody, czyli jak mówimy krótko skok osi. W momencie spadania (poz. 3, 4, 5) traci koło wszelką łączność z drogą, nie istnieje zatem na nią żaden nacisk ani części uresorowanej, ani części nieuresorowanej. Już jednakże po krótkiej chwili wskutek działania sił ciężkości jak również skutkiem nacisku resorów na część nieuresorowaną, koło opada na drogę (poz. 5), przyczem skierowany ku dołowi ruch nieuresorowanej masy doznaje opóźnień na twardej jezdni. Znowu następuje nagły wzrost nacisku dynamicznego, którego maksimum widzimy w punkcie II_N . Wielkość tej siły, zwyczajnie przewyższająca wartość poprzednią w punkcie I_N jest zależną od elastyczności obręczy oraz od chyżości w chwili, w której koło uderzyło o drogę. Na zasadzie sprężystej reakcji następują drgania masy nieuresorowanej, które o ile pojazd nie napotka nowej przeszkody wykazują coraz mniejsze amplitudy, aż w końcu samochód przychodzi do normalnej równowagi złączonej z przejazdem po gładkiej drodze (poz. 0).

Równolegle z ruchami masy nieuresorowanej drga przez cały okres przejazdu przez przeszkodę część uresorowana samochodu, przyczem z uwagi na łagodzące działanie resorów wzrost, względnie ubytek nacisku tej części pojazdu na drogę w stosunku do nacisku statycznego nie jest zbyt wielki. O ile wóz nie napotka dalszych przeszkód następuje stłumienie drgań i tej części, ze zmniejszającą się stale amplitudą, aż wreszcie poza

pozycją 0 otrzymujemy stąd również tylko naciski o wartości statycznej.

Tak się przedstawia mniej więcej analiza poszczególnych, zresztą dość złożonych zjawisk przy pokonywaniu przeszkody, przyczem zewnętrznie obserwujemy li tylko wypadkową z obu ruchów, tak części uresorowanej, jako też nieuresorowanej, których zróżniczkowanie możliwe będzie tylko przez specjalne studjum naukowe. Nie trzeba prawdopodobnie dodawać, że przedstawiony na rys. 4 diagram ma za zadanie ogólne ujęcie omawianego zagadnienia i że w szczególnych wypadkach mogą zajść odnośnie do kształtu wypadkowej krzywej, przedstawiającej sumaryczne naciski na drogę, dość znaczne różnice. Siła bowiem nacisku zależy oprócz elastyczności obręczy i resorów również od tego momentu, w jakiej fazie znajdują się resory w poszczególnych pozycjach pojazdu, naznaczonych na rysunku. W zależności bowiem od tej fazy może nastąpić mniejszy lub większy ugniot części uresorowanej na nieuresorowaną, a przez nią na jezdnię. Z przedstawionego diagramu widzimy w każdym razie, iż naciski dynamiczne przewyższają znacznie statyczne, a ponieważ przeprowadzone doświadczenia wykazały, iż są one w wysokiej zależności od rodzaju obręczy samochodowych, przeto należy się obecnie zająć nieco bliżej tą materją.

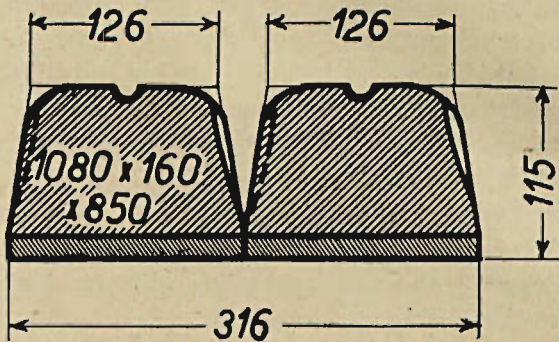
*
*
*

W obecnej chwili rozróżniamy następujące obręcze samochodowe dla pojazdów ciężarowych ¹⁾: pełne zwane także masywami, poduszkowe, noszące również nazwę wysokoelastycznych, pneumatyki o wysokim ciśnieniu wewnętrznym, leżącym w granicach 3 — 8 atm. i pneumatyki o niskim ciśnieniu pomiędzy 1,5 — 3 atm. a wprowadzone w handel pod nazwą balonów. W ostatnich czasach ukazały się nadto t. z. nadbalony lub obręcze lotnicze, charakteryzujące się niezmiernie małym ciśnieniem wewnętrznym, dochodzącym często do 0,75 atm. Pierwsze dwa typy, pełne i poduszkowe używane są dotychczas przy samochodach ciężarowych masowo, dalsze mianowicie

¹⁾ Z uwagi, iż obręczami samochodowymi zajmują się tylko z punktu widzenia drogowego, na drogę zaś oddziaływa znacznie ujemniej samochód ciężarowy niżli osobowy, przeto poniżej mówić będę li tylko o obręczach samochodów ciężarowych.

pneumatyki o wysokim i niskim ciśnieniu zaczynają zdobywać przy tych pojazdach coraz silniejsze zastosowanie.

Najpierwotniejszą formę obręczy gumowej przedstawia obręcz pełna, która w pierwszych stadjach zastosowania gumy do tego celu miała przekrój półkolisty osadzony na obręczy stalowej, naciąganej na istotne koło. Z biegiem czasu następował szereg ulepszeń nietylko w kierunku uelastycznienia gumy, ale również w odniesieniu do przekroju tak, iż obecnie spotykamy przeważnie przekroje trapezowe z wyokrągleniem powierzchni biegu, zaopatrzeniem jej w nakarbowania lub rowki, z wyźebrowaniem o rozmaitych wzorach partyj bocznych, jak to przykładowo pokazuje rys. 5 przedstawiający bliźniaczą obręcz



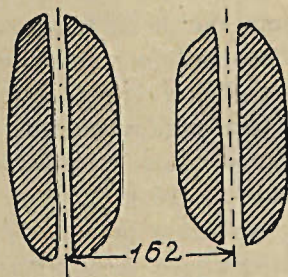
Rys. 5.

pełną koła pędnego, a będącą produktem firmy Vorwerk et Co w Barmen. Dodać przytem należy, iż każda z firm produkujących tego rodzaju obręcze ustala swoje własne przekroje i wzory i że pod tym względem, przy wszystkich zresztą typach obręczy panuje olbrzymia różnorodność.

Celem obręczy gumowej w ogólności jest jak wiadomo uelastycznienie części nieuresorowanej; spełnia ona zatem to samo zadanie co resor w odniesieniu do nadwozia. Wynika z tego fakt, iż obręcz będzie tem elastyczniejsza im wykaże większy ugniot pod wpływem pewnego obciążenia. Należy jednakże pamiętać, iż ze względów wytrzymałościowych guma nie może być zbyt elastyczną a nadto, że pewna ilość gumy znosi ugniot tylko do pewnej ściśle określonej granicy. Jeżeli obręcz

gumową obciążać będziemy sukcesywnie spostrzeżemy zmniejszenie się wysokości jej przekroju poprzedniego jednakże tylko do pewnej granicy, poza którą przejść nie będziemy mogli nawet przy wydatnem powiększeniu obciążenia. Innemi słowy przy przeciążeniu zatracą guma swoje własności elastyczne, działając na drogę jak element sztywny. W tem zjawisku tkwi istotne niebezpieczeństwo przeciążenia pojazdów motorowych, szkodliwe nie tylko dla samego wehikułu ale również dla drogi nawet w wypadku, gdyby przy przeciążeniu tem nie została przekroczoną ustawowa norma 150 kg/cmb. obręczy. Dodać nadto trzeba, iż przyrost ugniotu nie stoi w prostym stosunku do wzrostu obciążenia, lecz w miarę powiększających się nacisków staje się procentowo coraz mniejszy. Wreszcie wskazać należy jeszcze na jeden moment bardzo niekorzystnie oddziałujący przy obręczy pełnej, mianowicie na jej zużycie się. W miarę zuży-

$$A = 323 \text{ cm}^2 \quad p = 9.3 \text{ kg/cm}^2$$



Obc. koła 3000 kg

Rys. 6.

wania się traci ona na wysokości swego przekroju, co w rezultacie objawia się osłabieniem elastycznych własności. Przy pewnej grubości obręczy wogóle na żaden ugniot liczyć nie możemy czyli, że wówczas obręcz nie spełnia już podstawowego warunku swego istnienia. Praktyczną miarą dopuszczalnego zużycia się jest pozostawienie jeszcze przekroju o minimalnej wysokości około 3,5 cm.; lepiej jednak dojść tylko do granicy nieco wyższej leżącej około 5 cm.

Powierzchnia zetknięcia się obręczy pełnej z jezdnią przybiera ze względu na kształt przekroju gumy postać mniej lub

więcej zbliżoną do elipsy. Rysunek 6 przedstawia nam tę powierzchnię dla podanego na rys. 5 typu „Vorwerk” przy obciążeniu koła ciężarem 3.000 kg. Zaznaczyć przytem trzeba, iż z pewnych szczególnych powodów, o których jeszcze mówić będziemy, powierzchnie zetknięcia się kół bliźniaczych z którymi mamy tu do czynienia nie mogą być sobie równe. W danym wypadku, w czasie badań przeprowadzonych przez prof. dr. G. Beckera¹⁾ otrzymano wielkość tej powierzchni wynoszącą 323 cm², co przy obciążeniu 3.000 kg. daje przeciętne ciśnienie na drogę około 9,3 kg/cm². Jest to naturalnie data odnosząca się tylko do ciśnienia statycznego.

Nacisk jednostkowy na powierzchni tej krzywej, jak dowiodły doświadczenia przeprowadzone przez Agerley'a i Schaar'a²⁾ nie rozkłada się jednostajnie lecz wzrasta ku środkowi mniej więcej wedle parabol, osiągając maksymalną wartość:

$$p_{\max} = 1.75 \frac{P}{F}$$

jeżeli przez P nazwiemy nacisk na koło, zaś przez F powierzchnię zetknięcia. W poprzednim zatem wypadku $p_{\max} = 1.75 \times \times 9.3 = 16,3 \text{ kg/cm}^2$. Pamiętać jednak trzeba, że daty powyższe będą miarodajne tylko podówczas gdy obręcz nie są przeciążone, lub też zjeżdżone poza minimalną granicę swej grubości, t. zn. gdy możemy liczyć jeszcze na ich elastyczność.

W czasie ruchu, przyczem pomija się tu zupełnie oddziaływanie dynamiczne wynikające z nierówności drogi, doznaje maksymalne ciśnienie pewnego dodatkowego zwiększenia wskutek tego, że powierzchnia zetknięcia się przy szybkim przejeździe wozu jest mniejszą niżli w stanie spoczynku. Powodów ku temu jest kilka, najważniejszy jednak leży w tem, iż przy przejeździe brak jest poprostu czasu na przeprowadzenie zmian wewnętrznych gumi, wskutek czego obręcz nie osiada się w ruchu tak głęboko jak w stanie spoczynku, a co zatem idzie i powierzchnia zetknięcia się musi być w ruchu mniejszą. Przyjmuje się zwyczajnie 20% zwiększenia nacisków z tego po-

¹⁾ Prof. Dr. Gabrijel Becker: Automobilreifen. Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen von Reifen in der Versuchsanstalt für Kraftfahrzeuge, der Technischen Hochschule zu Berlin. Berlin 1927.

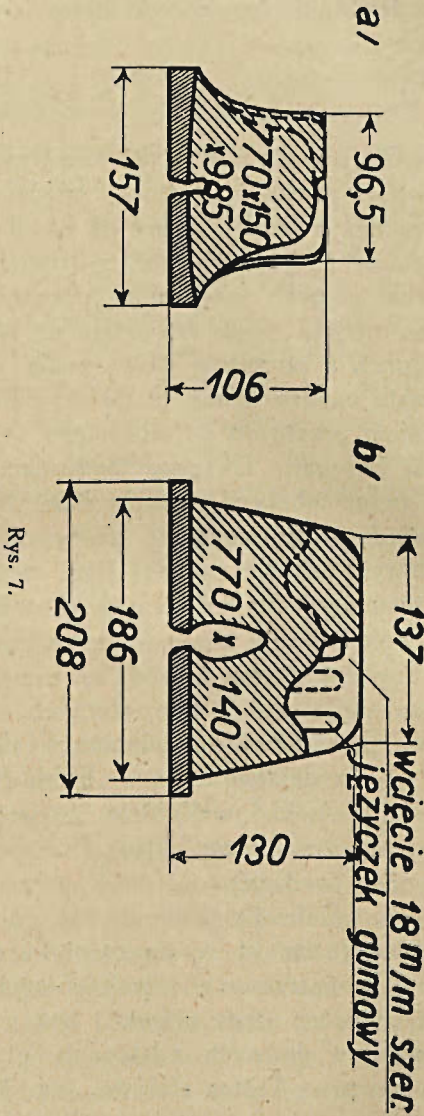
²⁾ Schaar: Die Beanspruchung der Strassen durch die Kraftfahrzeuge. Dysertacja doktorska. Gdańsk 1925.

wodu tak, że w rezultacie trzeba się liczyć z nową wartością p'_{\max} wynoszącą:

$$p'_{\max} = (1,75 + 0,35) \frac{P}{F} = 2,10 \frac{P}{F}$$

Drugim typem, już bardziej wykształconym są obręcze poduszkowe, wysokoelastyczne. Różnica między nimi a obręczami pełnymi polega z jednej strony na użyciu do ich wykonania bardziej elastycznego materiału, z drugiej zaś na pewnych szczególnych formach przekrojów poprzecznych, w których wytworzone miejsca puste pozwalają na lepsze wchłonięcie naciskanej gумы, a co zatem idzie czynią obręcz bardziej elastyczną. Często bardzo mamy tu do czynienia z dość znacznym powiększeniem przekroju poprzecznego, co również podnosi elastyczność obręczy. Obręcze poduszkowe reprezentowane są dzisiaj przez olbrzymią wprost ilość typów. Nietylko każda firma posiada swoje specjalne wzory, ale nadto w granicach jednej fabryki istnieje znaczna ilość możliwych odmian tego samego wzoru przy użyciu różnych gatunków gумы. Różnice będą tu polegały na bardzo rozmaitem wykształceniu wspomnianych powyżej miejsc pustych oraz na ciekawem często profilowaniu powierzchni zewnętrznych. Rys. 7. podaje przykładowo dwa takie przekroje odnoszące się do kół przednich. Przekrój a) przedstawia obręcz „Fulda-Parabel” fabryki „Gummiwerke Fulda A. G.” w Fuldzie, b) jest typem „Overman-Super” wyrabianym przez firmę Overman w Amsterdamie. Pierwszy jest osadzony na dość szerokiej podstawie, przyczem zwężenie przekroju następuje ku górze wedle paraboli. Powierzchnię górną, którą obręcz styka się z drogą lekko wysklepiono i zaopatrzone w rowek obiegający pierścieniem całą obręcz. Oprócz tego prawa i lewa strona obręczy posiada naprzemian w pewnych odstępach przestawione wyźbrowania poprzeczne. Taśma stalowa, na której osadzona jest guma wykształconą jest od strony obręczy wklęsła i posiada również przerwy w partjach miejsc pustych gum.

Drugi przekrój posiada podstawę jeszcze szerszą i nieco odmienne ustosunkowanie się wysokości obręczy do jej szerokości. Górna powierzchnia walcowa daje w przekroju poprzecznym linię prostą. Wewnętrzna przestrzeń pusta posiada już wymiary znacznie większe dopuszczające na większe wchła-



Rys. 7.

nianie ściskanej gumy w czasie ruchu. Taśma stalowa zaopatrzona również w odpowiednie wygięcie. Obręcz ta posiada z obu stron wcięcia 18 mm. szerokie wzajemnie przestawione i ukształtowane dość oryginalnie, a służące również dla celów zabezpieczenia gumie możliwości odpowiedniego pomie-

szczenia się w chwili nacisku. Celem uniemożliwienia zaciskania się kamieni w czasie ruchu w istniejące wcięcia, co z natury rzeczy osłabiłoby elastyczność obręczy, istnieją wewnątrz nich jęczyczki gumowe, które w dolnych partjach przy obciążeniu koła przyciskają się do przeciwległej ścianki wcięcia zamykając je niejako dla niepożądanych elementów.

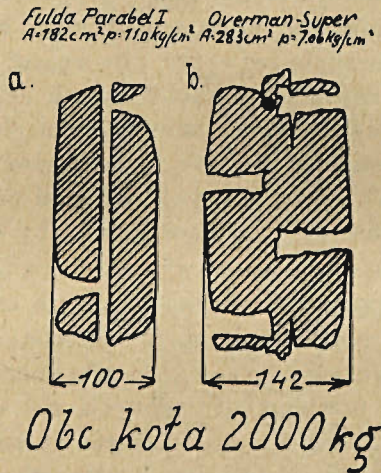
Jeżeli zatrzymałem się nieco dłużej przy opisie obu wspomnianych przekrojów, to stało się to nie dlatego, by przedstawiały one jakiś specjalnie polecenia godny typ, lecz by zwrócić uwagę na szereg momentów, które konstruktor obręczy samochodowych musi starannie rozważyć, by rzucić na targ produkt któryby w możliwych granicach swemu celowi odpowiadał. Pod tym względem daje się zauważyć ciągły postęp a przeprowadzone w ostatnich czasach badania nad obręczami wysokoelastycznymi wykazują przewagę ich nad pełnymi. Nie można jednak odnośnie do nich powiedzieć, by mogły one zadowolić w zupełności stawiane wymagania, albowiem posiadają podobnie jak obręcze pełne, jakkolwiek w zmniejszonych granicach wadę, iż niema należytego ustosunkowania pomiędzy obciążeniem statycznym koła a ugniotem obręczy, a co zatem idzie wielkością powierzchni zetknięcia się obręczy z drogą, wskutek tego w miarę wzrostu obciążenia zwiększa się i przy nich niepomernie przeciętny nacisk jednostkowy na drogę.

Powierzchnia zetknięcia obręczy z drogą nie przedstawia już tego podobieństwa do elipsy z uwagi na wyźebrowania powierzchni bocznych; w każdym razie idealna obwiednia tych powierzchni będzie do elipsy dość zbliżoną. Podane na rys. 8 powierzchnie odnoszą się do 2 przekrojów przedstawionych na rys. 7 „Fulda-Parabel” i „Overman-Super” dla obciążenia 2.000 kg. przyczem wielkość pierwszej wynosi 182 cm² (zatem przeciętne ciśnienie jednostkowe 11,1 kg/cm²), w drugiej zaś 283 cm² (ciśnienie 7,06 kg/cm²).

W ostatnich czasach zwrócono słusznie uwagę¹⁾, iż wielkość powierzchni zetknięcia się gumy z drogą jest wartością, która w pewnych granicach oscyluje nawet dla jednego i tego samego egzemplarza w tym samym czasie, w zależności od tego gdzie przyjmujemy środek ciężkości figury odcisku. Jest to

¹⁾ C. Biffi: Le prove per l'accettazione della gomme semipneumatiche. Le Strade Nr. 12/1932.

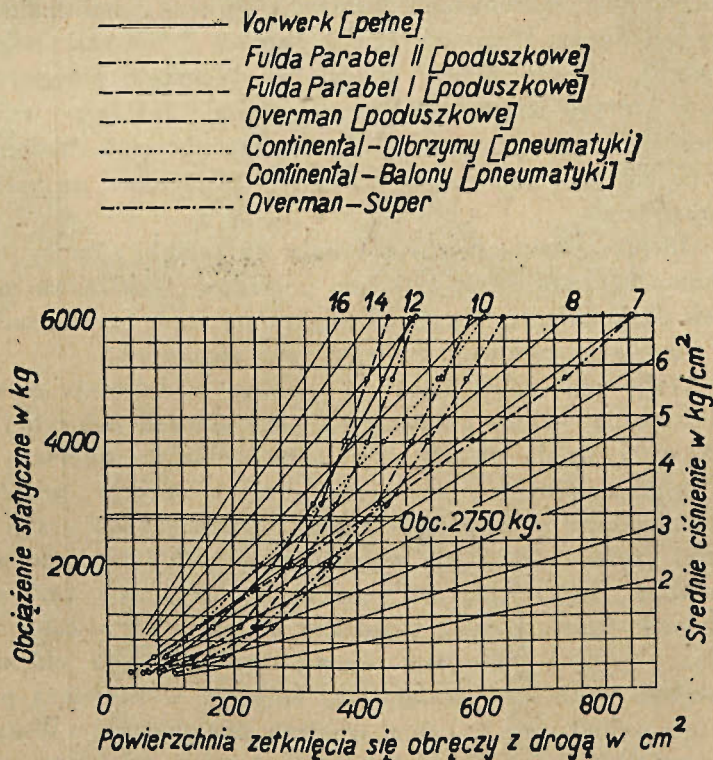
zrozumiałe z uwagi na to, iż na wielkość tę będą miały wpływy również wyzebrowania, które przy różnych pozycjach koła mogą zajmować dość różne miejsce. Jak oblicza w pewnym szczególnym wypadku wspomniany autor dla typu poduszkowego „Pirelli”, różnice w wielkości powierzchni w zależności od środka ciężkości figury wahają się w granicach 17%, uwzględniając rozmaite naciski, przyczem gumy badane były pod obciążeniem od 500 do 4000 kg. ze skokami co 500 kg.



Rys. 8.

Niezmiernie przejrzysty pogląd na związek pomiędzy statycznym ciśnieniem na koła a powierzchnią zetknięcia się otrzymujemy przy wykreślonym przedstawieniu całej sprawy. Jeżeli na osi odciętych naniesiemy odpowiednie powierzchnie zetknięcia się, na rzędnych zaś odnośne naciski, natenczas otrzymane krzywe charakteryzować nam będą należycie poszczególne typy obręczy. Rys. 9 przedstawia wynik prób pod tym względem Prof. Beckera dla rozmaitych typów obręczy pełnych, poduszkowych i pneumatycznych dla kół pędnych samochodu ciężarowego. Jeżeli teraz przez punkt zerowy układu przeprowadzimy pęk promieni, charakteryzujących nam ciśnienie jednostkowe, natenczas otrzymamy możliwość łatwego odczytania ciśnień jednostkowych przy poszczególnych typach i naciskach

statycznych. Z przedstawionego dajagramu¹⁾ widzimy np. że przy obręczach poduszkowych, przy małych obciążeniach statycznych jest ciśnienie jednostkowe niewielkie, wzrasta jednakże niezmiernie szybko przy podnoszeniu się nacisku statycznego. Również dadzą się doskonale ocenić różnice pod tym względem pomiędzy rozmaitemi obręczami, które jak widzimy



Rys. 9.

są dosyć znaczne. Np. dla statycznego ciśnienia tylnego koła 2.750 kg. otrzymujemy następujące daty, odnoszące się do ciśnień jednostkowych:

Overman-Super	.	.	.	6,5 kg/cm ²
Overman	.	.	.	6,6 "

¹⁾ Diagram ten zestawiono również dla obręczy pneumatycznych raz z tego powodu, by do tej materji już nie powracać, powtóre by uzyskać potrzebne na później wzajemne porównanie,

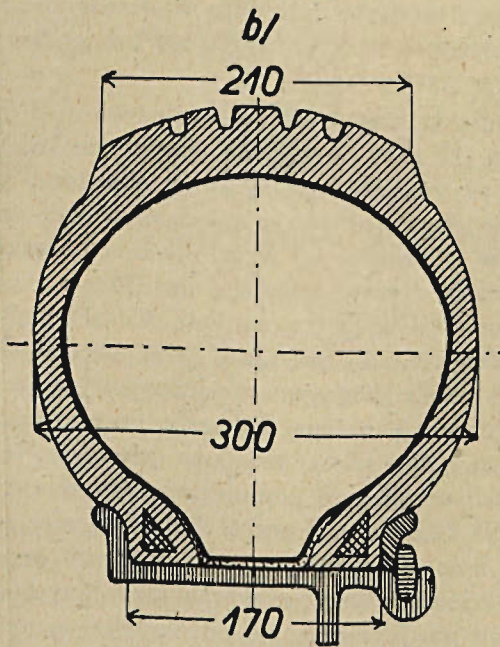
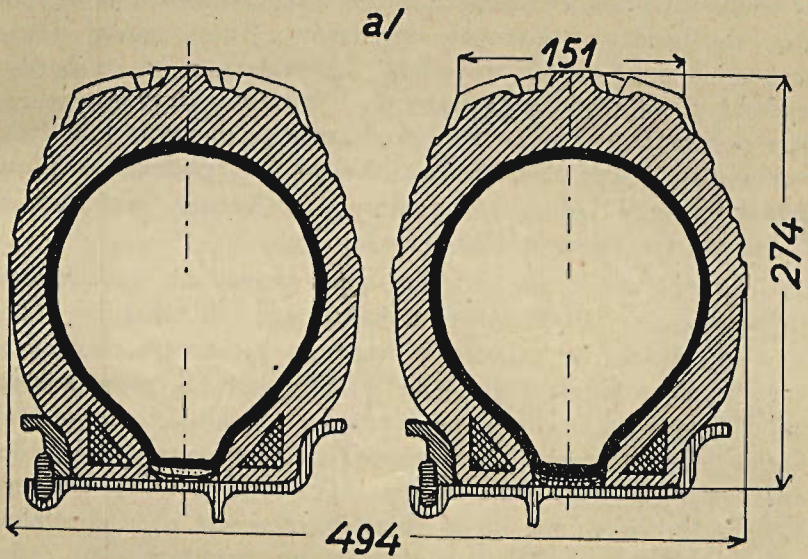
Continental balony (nis. cis.)	6,8	„
Fulda Parabel II	7,8	„
Fulda Parabel I	8,3	„
Continental olbrzymy (wys. ciś.)	8,7	„
Vorwerk	8,8	„

Z powyższego zestawienia widzimy już znaczną przewagę w normalnych warunkach obciążeń, obręczy poduszkowych (Overman Super, Overman, Furda Parabel II i I) nad pełniami (Vorwerk), nie wspominając narazie o obręczach pneumatycznych, o których jeszcze nic nie mówiliśmy. Już tutaj jednakże musimy zauważyć, iż w miarę wzrostu obciążeń statycznych zaczyna się przewaga pod omawianym względem na korzyść pneumatyków.

Obręcze pneumatyczne składają się z dętki i opony. Początkowo używane były tylko do pojazdów lekkich, w miarę jednak doskonalenia fabrykacji zdobywają sobie coraz szersze pole zużycia i opanowują również ruch ciężarowy.

Ażeby zdać sobie należycie sprawę z działania obręczy pneumatycznej należy pamiętać, iż przy gumach pełnych i poduszkowych działa tłumiące w odniesieniu do uderzeń wozu li tylko stosunkowo nieznaczny odcinek obręczy, znajdujący się chwilowo w zetknięciu z drogą. Elastyczność całej pozostałej części obręczy nie wchodzi przy tych typach zupełnie w rachubę. Inaczej się rzecz jednakże przedstawia przy pneumatykach, które działają łagodząco na uderzenia w całej swej niejako objętości, albowiem wzrost wewnętrznego ciśnienia, powstałego wskutek wgniatania się obręczy w istniejącą przeszkodę rozchodzi się w całym wnętrzu pneumatyku. Wskutek tego współdziałania całej objętości pneumatyku w pokonywaniu nierówności drogi widzimy przy nich, w zależności od wewnętrznego ciśnienia, znacznie lepsze wchłanianie przeszkody, a najlepsze wskazówki pod tym względem daje nam obserwacja krzywej skoku osi wozu przy przejeździe przez drogę. Krzywa ta wykazywać będzie tem mniejsze drgania im bardziej elastyczną jest obręcz, przy zachowaniu naturalnie jednej i tej samej chyżości.

Pneumatyki dzieli się na dwa typy o wysokim i niskim ciśnieniu, przyczem pierwszy typ leży w granicach 3 — 8 atm. drugi 1,5 do 3 atm. Różnica pomiędzy niemi tkwi również



Rys. 10.

w wielkości przekroju poprzecznego, przyczem ostatnie dochodzą do bardzo okazałych wymiarów. Tutaj należą także wspomniane już wyżej nadbalony, charakteryzujące się bardzo małymi ciśnieniami wewnętrznymi i wybitnie dużym przekrojem poprzecznym. Rys. 10. przedstawia a) pneumatyk bliźniaczy na osie pędne „Continental-Olbrzymy”, b) pneumatyk „Continental-Balony”, oba wyrobu firmy Continental Cautchouc et Gutta-Percha Comp w Hannoverze.

Sposób osadzenia opon jest przy rozmaitych typach dość różnorodny; w danym wypadku zamknięcie na obręczy stalowej skuteczniejsza się z pomocą bocznego pierścienia, wchodzącego w odpowiednie zagłębienie. Dętka jest tak przy jednym jak i drugim typie chronioną z pomocą podkładki obręczowej. Ciśnienie wewnętrzne pierwszego typu, używanego przy doświadczeniach prof. Beckera wynosiło stale 8 atm., drugiego 3,5 atm. Powierzchnia biegu ukształtowaną jest dość specjalnie i posiada rowki obwodowe i poprzeczne przestawione. Zadaniem rowków poprzecznych jest odprowadzenie a następnie doprowadzenie powietrza przy ściskaniu się lub późniejszym rozprężaniu gumy w czasie jazdy.

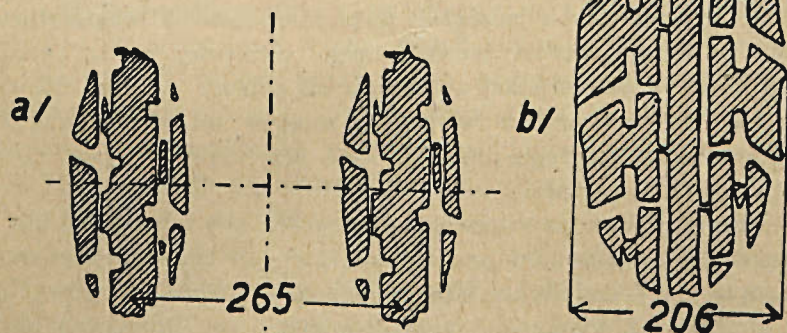
Powierzchnie zetknięcia się obręczy tych z drogą przedstawione na rys. 11 przy obciążeniu statycznym koła 3.000 kg., charakteryzują się również ogólną formą obwiedni, jako krzywej zbliżonej do elipsy, przybierają jednak wewnątrznie postać dość rozmaitą w zależności od wyźebrowania obręczy. Przy typie „Continental-Olbrzymy” wynosiła ona 343 cm² przy ciśnieniu jednostkowym 8,8 kg/cm², przy typie „Continental-Balony” — 453 cm² o ciśnieniu 6,6 kg/cm². Jeśli też porównamy je z innymi obręczami wedle diagramu uwidocznionego na rys. 9 natenczas widzimy, iż np. balony wykazują przy normalnym nacisku statycznym mniej więcej te same ciśnienia jednostkowe co najelastyczniejsze obręcze poduszkowe (Overman), natomiast rzecz się zmienia bardzo na korzyść balonów przy zwiększaniu się nacisku na koło. albowiem w tych wyższych granicach jednostkowe ciśnienia są znacznie mniejsze, niżli innych sort, co dowodzi znacznego powiększenia się powierzchni zetknięcia obręczy z drogą. Ta ochrona jaką jezdni drogowej daje balon przy występowaniu nacisków dynamicznych jest rzeczą niezmiernie cenną dla nawierzchni monolitowych. Inna jednakże rzecz, iż

zwiększenie powierzchni zetknięcia się obręczy z jezdnią przedstawia dla nawierzchni tłuczniowych i żwirowych, które u nas reprezentowane są w przeważnej ilości, zwiększenie niebezpieczeństwa ssania pokładu, a więc niszczenia jego spistości przez usuwanie wewnętrznego lepiscza.

Jest rzeczą łatwo zrozumiałą, iż ciśnienie jednostkowe na drogę zależy również w wysokiej mierze przy obręczy pneumatycznej od wewnętrznego ciśnienia w dętce. Im to ostatnie

$$a/ A = 343 \text{ cm}^2, p = 8,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$b/ A = 453 \text{ cm}^2, p = 6,6 \text{ kg/cm}^2$$



Obciążenie koła 3000 kg.

Rys. 11.

będzie większe, tembardziej maleje powierzchnia zetknięcia się obręczy z drogą, tem więcej wzrasta ciśnienie na nią. Były nawet przeprowadzane doświadczenia w kierunku ustalenia tych momentów, które swój wpływ wywierają. Okazało się przytem, iż wzajemny związek pomiędzy ciśnieniem wewnętrznym, a ciśnieniem jednostkowym na drogę jest również w zależności od sztywności tkaniny wtopionej w gumę opony i przedstawia się dla rozmaitych gatunków obręczy dość różnorodnie. Stwierdzono nadto naogół, iż przy małych ciśnieniach wewnętrznych jest stosunek ciśnienia jednostkowego do ciśnienia wewnętrznego większy niżli przy ciśnieniach wewnętrznych większych. Sprawa ta jest o tyle trudną do ostatecznego rozstrzygnięcia, iż

odnośne doświadczenia¹⁾ przeprowadzono z obręczami produkcji przedwojennej, gdy tymczasem dzisiaj produkcja polepszyła się wybitnie, co bezsprzecznie będzie miało swój wpływ na ostateczne daty odnoszące się do ustosunkowania obu wspomnianych elementów.

Trzeba nadto zwrócić tu również uwagę na moment, który przy obręczach pełnych i poduszkowych odgrywał stosunkowo małą rolę, natomiast nie może być pominięty przy pneumatykach a tym jest wzrost temperatury obręczy w czasie ruchu wskutek wewnętrznej pracy międzycząstkowej, spowodowanej ugniotem obręczy i przesuwaniem się cząsteczek tkaniny w gumie. Pomijając nawet stwardnienie gumy a więc jej pewne usztywnienie się podczas ruchu, wzrastające w miarę przyrostu chyżości trzeba pamiętać, iż podniesienie się temperatury gumy powoduje wzrost wewnętrznego ciśnienia, a co zatem idzie malenie powierzchni zetknięcia się z drogą. Wzrost ciśnienia na drogę jest w tym wypadku zależny od początkowego ciśnienia wewnętrznego pneumatyku i przyjmowany bywa przeciętnie w 20% wartości.

Parę słów należy jeszcze poświęcić t. zw. obręczom bliźniaczym stosowanym tak przy typach pełnych jako też pneumatycznych na kołach tylnych (pędnych) samochodów ciężarowych, na których jak wiadomo spoczywa z uwagi na konieczną dla ruchu adhezję, znaczniejsza część ciężaru (dla samochodów ciężarowych 64—75%). Konieczność ich użycia wynika z tendencji do nieprzekraczania pewnego maksymalnego nacisku na drogę, który w rozmaitych krajach waha się w granicach 100—150 kg/cm. szerokości obręczy²⁾. O ile zatem obciążenie osi przekra-

¹⁾ Prof. Dr. Wawrziniok. Politechnika Drezno.

²⁾ Tutaj zwrócić należy, uwagę na niestosowność przepisanej przez Międzynarodowe Kongresy Drogowe formuły odnoszącej się do maksymalnego nateżenia drogi, które wynosić ma przy średnicy koła do 1 m.—150 kg/cm. b., zaś przy średnicach większych powinno się obliczać wedle wzoru $150 \cdot \sqrt{d}$ gdyż wartość ta nie daje żadnego poglądu na wielkość istotnego ciśnienia jednostkowego. Ciśnienie to musi być bowiem zależne od rodzaju drogi jak również rodzaju obręczy i nie powinno być załatwiane generalnie. Nadto ostateczne doświadczenia przeprowadzone w Wiedniu, odnoszące się do obręczy żelaznych wozów konnych a ogłoszone w Nr. 10 ex 1932 „Das Strassenwesen” (Inż. Lohman: Einfluss der eisenbereiften Räder) wykazały, iż pod żadnym warunkiem nie można przy tych obręczach liczyć na większą szerokość zetknięcia się koła z drogą jak 9 cm i to tylko przy nawierzchniach podatnych.

cza możliwość dostosowania się do tej granicy, natenczas okazuje się konieczność zastosowania obręczy bliźniaczych, przedstawionych w niektórych typach na poprzednio podanych rysunkach. Rozwiązanie to nie jest zbyt szczęśliwe, a to głównie z tego powodu, iż z uwagi na nierówności drogi względnie wysklepienie jej przekroju poprzecznego przy drodze niezniszczonej, nie można nigdy osiągnąć równomiernego natężenia obu obręczy na jednym kole, rezultatem czego będzie różnica w ugnio-cie gumy w obu obręczach. Przy drodze równej, o dobrze zachowanym przekroju poprzecznym będą z reguły silniej natężone obręcze wewnętrzne; przy drodze zniszczonej większe lub mniejsze natężenie poszczególnych obręczy jest rzeczą czystego przypadku.

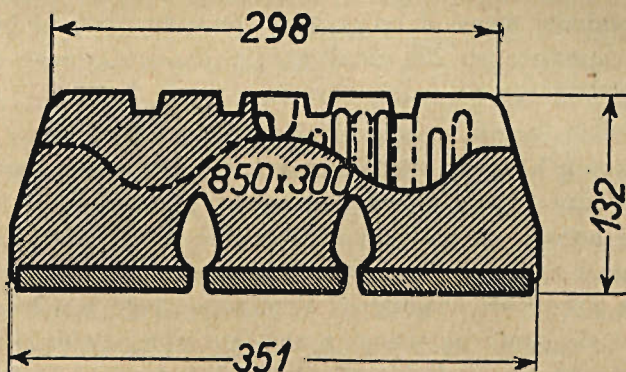
Nie potrzeba dodawać, iż wskutek tego cierpi nietylko samochód, któremu brak w ten sposób odpowiedniej elastyczności, ale nadto i droga, narażona na uderzenia nieodpowiednio uelastycznionej masy. Z powyższego powodu przewiduje się dla obręczy bliźniaczych 20% zmniejszenia dopuszczalnego obciążenia wypadającego na jedną obręcz.

Istnieje jeszcze dalszy ujemny objaw odnośnie do tego typu. Wskutek bowiem nierównomiernego obciążenia poszczególnych obręczy i wynikającego z tego rozmaitego ich ugniotu, średnice obręczy w momencie ruchu nie są sobie równe, a co zatem idzie występują tu na sąsiadujących z sobą obręczach rozmaite prędkości obwodowe. Rezultatem tego jest intensywne ścieranie się gumy na jednej z obręczy oraz nawierzchni, która w ten sposób cierpi dotkliwie. Objaw ten powiększa się jeszcze często przy obręczach pneumatycznych z powodu nierównomiernego ich napompowania, co doprowadza również do różnicy w wielkości średnicy. Jeżeli dolegliwości te występują już dotkliwie w prostej, to sprawa cała pogarsza się jeszcze znacznie przy przejeździe przez łuki, przy których poszczególne obręcze bliźniacze odbywają różnitą drogę, nie mając tej możności wyrównania biegu jaka istnieje normalnie dla obu kół osi pędnej przez zastosowanie przyrządu różnicowego.

Z wymienionych powodów zaczyna przeważać w ostatnich czasach zapatrywanie, że sprawę nadmiernego obciążenia tylnej części samochodu należy rozwiązać odmiennie, bądź to przez zastosowanie na tylnej osi jednej obręczy o wymiarach dosta-

teczenie dużych, bądź też przez stosowne zmniejszenie obciążenia na osi. Pierwsza myśl doprowadza do użycia nadbalonów, które znalazły obecnie szerokie zastosowanie przy autobusach, druga do zasadniczej zmiany konstrukcyjnej samochodu przez wykonanie 2 osi pędnych tylnych, które są znacznie szczęśliwszym rozwiązaniem, niżli osadzanie na jednej osi 4 obręczy bliźniaczych.

W pewnych poszczególnych wypadkach znajdują zastosowanie również t. zw. obręcze blokowe, będące w istocie obręczami wysokoelastycznymi, charakteryzujące się wybitną szerokością przechodzącą często $\frac{1}{3}$ m. oraz specjalnem wyźbrowaniem powierzchni biegu, a nadto większą ilością wewnętrznych przestrzeni pustych umożliwiającą przesuwanie się gumy. Rys. 12 przedstawia przykładowo obręcz blokową „Overman—Super”.

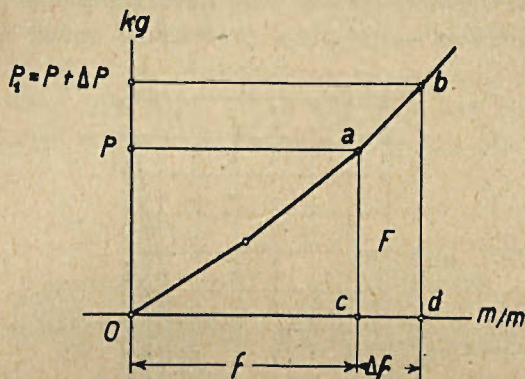


Rys. 12.

Znaczna ilość wprowadzonych w handel typów obręczy samochodowych utrudnia w wysokiej mierze należyta orientację co do ich zalet i wad i to tem więcej, iż wybitną rolę odgrywa tu jeszcze gatunek gumy użytej do fabrykacji. Z tego też powodu okazała się konieczność uzyskania pewnego wskaźnika dobroci, względnie celowości obręczy samochodowej, na podstawie którego można by przeprowadzić wzajemne porównanie poszczególnych typów i ocenić, które z nich oddziałują mniej, a które więcej korzystnie na drogę. Najdalej w tym kierunku doprowadziły wspomniane poprzednio do-

świadczenia Prof. Beckera przeprowadzone w r. 1927, który ustalił ten wskaźnik w pojęciu t. zw. możliwości pracy obręczy.

Dla zrozumienia tego pojęcia należy pamiętać, iż elastyczna obręcz ugniata się pod wpływem obciążenia koła. Wyobraźmy sobie, iż pod wpływem obciążenia P występuje u obręczy gumowej ugniot w wielkości f i nanieśmy ten związek w układ prostokątny (rys. 13). Każde zwiększenie obciążenia działają-



Rys. 13.

cego na koło o wartości ΔP , wywołała dodatkowy wzrost ugniotu o Δf . Sumaryczna wartość pracy zamagazynowanej niejako w obręczy jest równą na podanym ddiagramie powierzchni Obd , zaś przyrost tej pracy z powodu dodatkowego obciążenia ΔP wyrazi się wielkością powierzchni $abcd$, która wynosi:

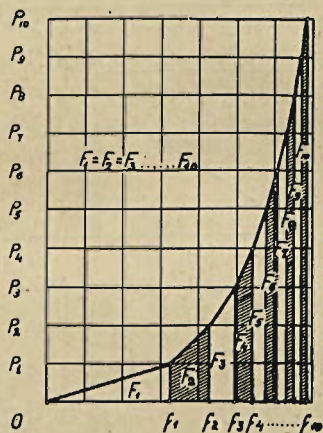
$$F = \frac{\Delta f \cdot \Delta P}{2} + P \Delta f = \Delta f \cdot \left(P + \frac{\Delta P}{2} \right)$$

Jest rzeczą zrozumiałą, że im dla pewnego stałego przyrostu obciążenia otrzymamy większe wartości możliwości pracy, tem elastyczniejszą będzie dana obręcz.

Jeżeli teraz przedstawimy sobie obręcz o stałym przyroście pracy, natenczas łatwo uzyskać możemy schemat charakteryzujący tego rodzaju obręcz (Rys. 14), albowiem każde powiększenie jakiegokolwiek początkowego obciążenia o stałą wartość ΔP np. 1000 kg. wywołać powinno jeden i ten sam przyrost pracy, czyli poszczególne powierzchnie F_1, F_2, F_3 i t. d.

muszą być wzajemnie pomiędzy sobą równe. Z odnośnego wykresu widzimy, że obręcz o stałym przyroście pracy musi wykazywać przy małych obciążeniach początkowych wielkie ugnioty, które jednak stale maleją w miarę powiększania się obciążeń.

Przechodząc teraz do związku pomiędzy możliwością pracy a jednostkowym ciśnieniem obręczy na drogę, musimy rozważyć problem koła zupełnie sztywnego i zupełnie elastycznego i ich zachowanie się przy przejeździe przez przeszkodę.



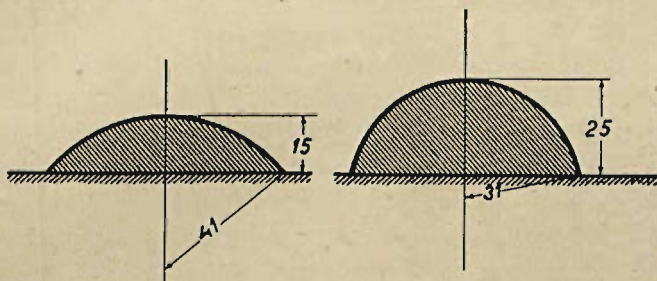
Rys. 14.

Gdy mianowicie koło zupełnie sztywne przy obciążeniu P przejeżdża przez przeszkodę o wysokości h , natenczas praca udźwigu tego koła na przeszkodę zamagazynowana w kole wyrazi się wartością $P \cdot h$ (zaś przy opadaniu z przeszkody zostanie ona tej samej wartości oddaną drodze). Nie wspominałyśmy tu narazie zupełnie o występujących przy większych chyżościach oddziaływaniach dynamicznych. Przy ruchu tego rodzaju koła obserwujemy nadto zmianę położenia jego środka w kierunku pionowym o wartość h .

Odmienne pod tym względem zachowa się koło całkowicie elastyczne, albowiem nie dozna ono żadnego wychylenia w kierunku pionowym, a istniejąca na drodze przeszkoda zostanie w zupełności wchłonięta przez elastyczną obręcz. Ponieważ możliwość przekształcenia się takiej idealnej obręczy jest zupeł-

ną, przeto ciśnienie jednostkowe na drogę dla wszystkich ugniotów pozostaje stałe, a wielkość zamagazynowanej w obręczy pracy, przy pokonywaniu przeszkody będzie iloczynem z objętości przeszkody i ciśnienia jednostkowego. Praca ta zostanie przy opuszczeniu przeszkody oddaną drodze.

Obręcz rzeczywista, która jest tylko częściowo elastyczną może przejąć tylko pewną część pracy, reszta natomiast zostaje zużyta na podniesienie koła ponad przeszkodę, przy czem koło wykonuje pewien, większy lub mniejszy ruch pionowy. Im obręcz jest bardziej elastyczną t. z. im posiadać będzie większą możność pracy, tem mniejsze będą pionowe ruchy koła oraz związane z tem oddziaływanie dynamiczne.

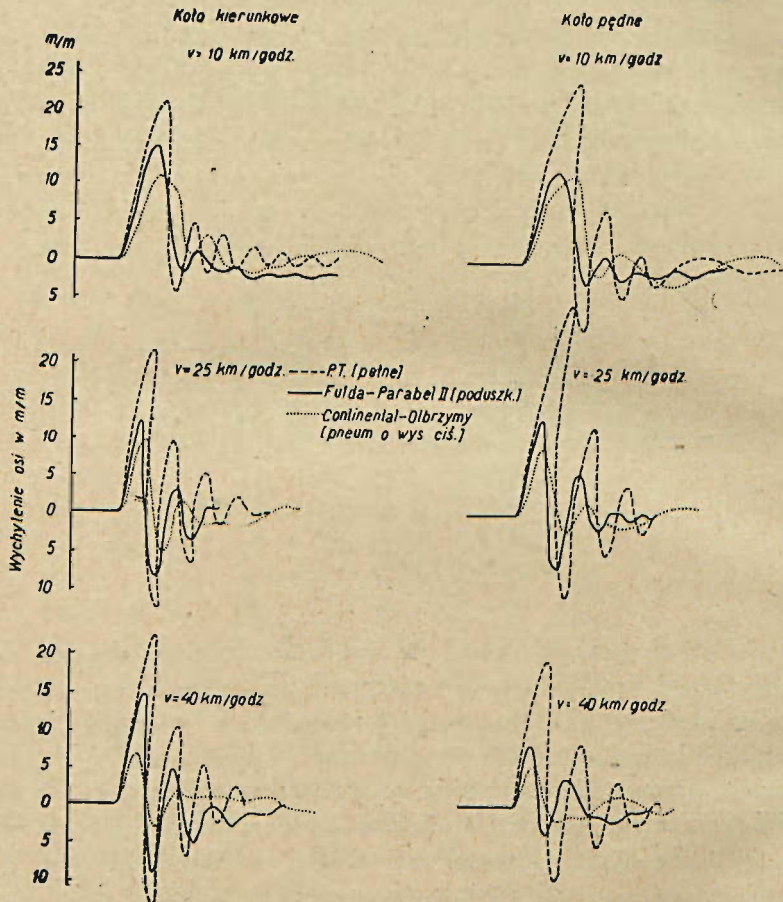


Rys. 15.

Becker przeprowadzał swoje doświadczenia odnośnie do powyższego momentu w laboratorium przy użyciu rozmaitych typów obręczy oraz dla chyżości przejazdu 10, 25 i 40 km/godz. przyczem uzyskiwał obraz podskoków i opadów osi przy przejeździe przez umieszczoną na bębnach przeszkodę o wysokości 15 i 25 mm. z pomocą stosownie utwierdzonego indykatora. Z uwagi, że kształt przeszkody może również wpływać na daty odnoszące się tak co do wielkości ruchów pionowych osi, jakoteż wielkości oddziaływań dynamicznych podaje się w rys. 15 przekroje poprzeczne tych przeszkód.

Obok umieszczony rys 16 podaje przykładowo rezultat szeregu doświadczeń nad podskokami przedniej i tylnej osi omnibusu NAG przy wspomnianych chyżościach na przeszkodzie 25 mm. wysokiej dla trzech typów obręczy mianowicie: PT (pełnej), Fulda Parabel II (poduszkowej) i Continental-Olbrzymy (pneumatycznej). Z diagramu tego widzimy, że przy najęz-

dzie na przeszkodę doznaje koło silnego podrzutu, który przy obręczach pełnych przewyższa nawet w pewnych wypadkach wysokość przeszkody. Przy pierwszym opadzie następuje z reguły najsilniejszy ugniot obręczy, a co zatem idzie oś koła



Rys. 16.

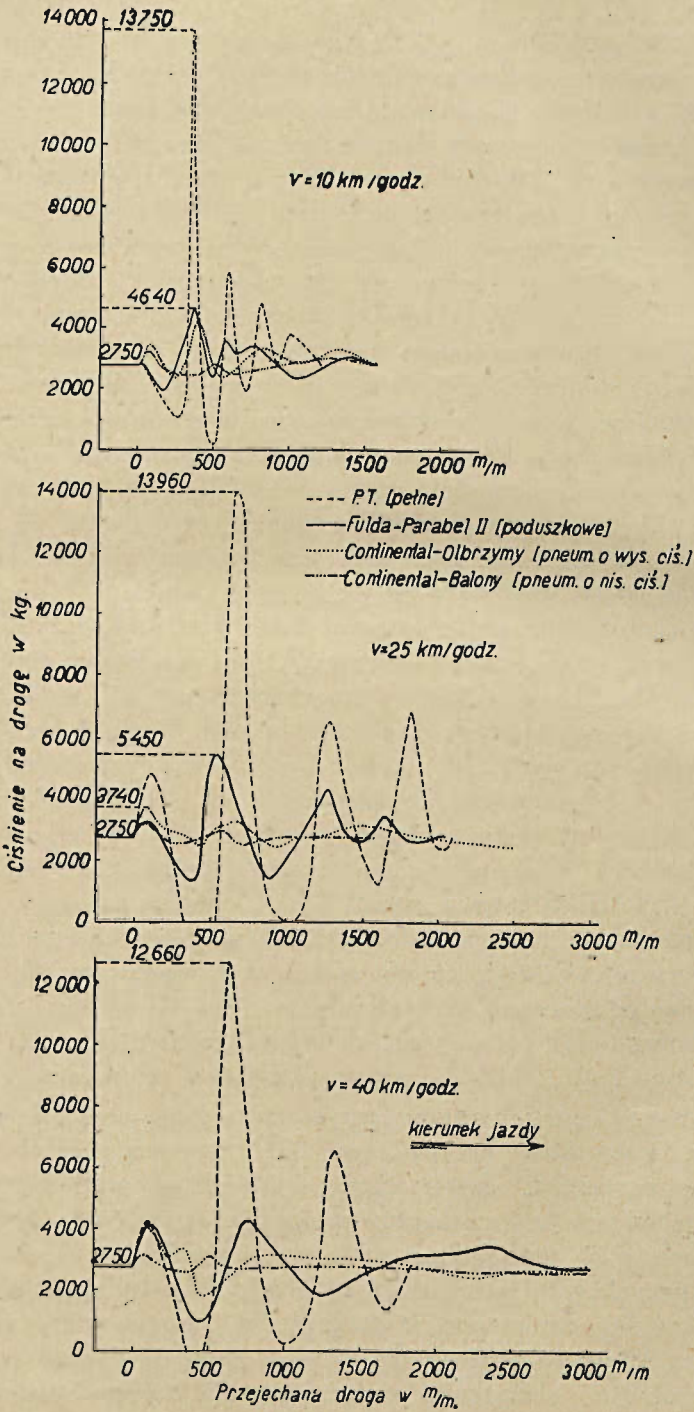
przychodzi w położenie najniższe. Po kilku oscylacjach o zmniejszającej się amplitudzie zanika wpływ przeszkody.

Jeżeli chodzi o wzajemne porównanie poszczególnych typów obręczy to zauważyć można, iż przy wszystkich badanych chyżościach największe pionowe wychylenia osi powoduje obręcz pełna, przyczem procentowo da się je określić w przy-

bliżeniu conajmniej na 200% tych ruchów jakie wykonuje os przy obręczach poduszkowych lub pneumatycznych. Dla chyżości 25 i 40 kg/g. są nawet drugie podskoki osi z obręczami pełnemi większe, aniżeli zasadnicze pierwsze przy obręczach pneumatycznych. Widzimy również, iż naogół własności pod tym względem obręczy poduszkowych zbliżają się silniej ku obręczy pneumatycznej aniżeli pełnej. Dla zrozumienia dodać należy, iż położenie zerowe na rys. 16 odnosi się do normalnego ugniotu obręczy w chwili spoczynku (ugniot statyczny).

W związku z ugniotem mierzone były pionowe oddziaływania dynamiczne, gdyż te dla oceny wpływu na drogę były najważniejsze. Rys. 17 podaje odnośny diagram dla oddziaływań dynamicznych tylnej osi o obciążeniu statycznym 2.750 kg. tego samego co poprzednio omnibusu NAG i dla tych samych trzech chyżości przy przejeździe przez przeszkodę 25 mm. wysoką, przyczem dla uzyskania przejrzystości rysunku podano tylko daty, odnoszące się do obręczy pełnej (PT), poduszkowej (Fulda Parabel II), pneumatycznej o wysokiem ciśnieniu (Continental - Olbrzymy) i pneumatycznej o niskiem ciśnieniu (Continental-Balony). Diagram ten sporządzony jest w ten sposób, iż na osi odciętych nanoszono w mm. długości przejazdu od chwili zetknięcia się koła z przeszkodą, na osi rzędnych odnośne oddziaływania dynamiczne w kg. Na pierwszy rzut oka uderza olbrzymia różnica pomiędzy obręczami pełnemi a wszystkimi innymi typami użytymi do próby. Przy niektórych chyżościach zatracą nawet koło z obręczą pełną, w pewnym momencie związek z drogą, czego przy innych typach nie zaobserwowano i co z natury rzeczy doprowadza do wybitego wzrostu oddziaływań dynamicznych. Największe naciski dały się skonstatować przy obręczach pełnych i poduszkowych przy uderzeniu koła, następującym po pierwszym wzniosie.

Rys. 17 ma charakter przykładowy i nie obejmuje naturalnie wszystkich przypadków, odnoszących się do obu osi i obu przeszkód. Jeżeli chodzi o graniczne wartości jakie otrzymano w wyniku przeprowadzonych doświadczeń, to dadzą się one ująć następująco: przy przejeździe przez przeszkodę w badanych granicach tak co do jej wysokości jako też przyjętej chyżości zauważono, iż maksymalne oddziaływanie dynamiczne osiągnęło wartość dla obręczy pełnych dochodzącą do 6,2-krotności obciążenia statycznego, dla obręczy poduszko-



Rys. 17.

wych do 3,3 krotności, dla pneumatyków o wysokim ciśnieniu 1,5 krotności, zaś dla balonów 1,15 krotności.

Z całego szeregu dat, uzyskanych w czasie doświadczeń z temi samemi obciążeniami można ustalić następujące przeciętne wartości wzrostu nacisku dynamicznego w stosunku do ciśnienia statycznego:

dla obręczy pneumatycznych o niskim ciśnieniu	15%
" " " " wysokim " "	40%
" " poduszkowych	230%
" " pełnych	410%

Innemi słowy statyczny nacisk 1000 kg wzrasta przeciętnie przy przejeździe do wartości 1150 kg, 1400 kg, 3300 kg i 5100 kg.

Jeżeli zatem rozchodzi się o drogę, która większych nierówności aniżeli te jakie były miarodajne przy próbie nie posiada (a będzie to droga średnio zużyta), to dla samochodów ciężarowych jadących w granicach 40 km/g. można z praktycznego punktu widzenia przyjąć, iż obręcze balonowe nie wywołują żadnych większych nacisków pionowych w czasie ruchu niżli w stanie spoczynku.

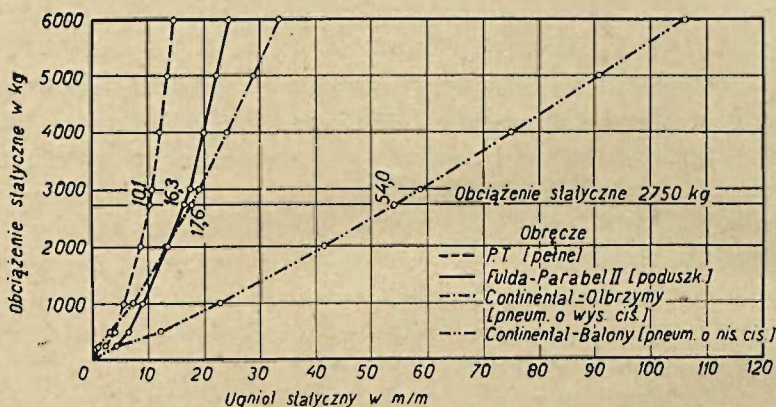
Pozostaje jeszcze do omówienia wpływ chyżości na wielkość oddziaływań dynamicznych.

Dla obręczy pełnych zauważono ciekawy objaw, iż maksymalne oddziaływania dynamiczne występują w obszarze chyżości około 25 km/g, malejąc nieco przy chyżościach większych (40 km/g). Wynika z tego przesłanka, iż granicą dopuszczalnych chyżości dla wozów zaopatrzonych w te obręcze powinno być mniej więcej 10 km/g, gdyż powiększenie jej doprowadza do konieczności bądź to zbliżenia się, bądź też nawet przekroczenia skonstatowanego maximum. Wprawdzie ten sam objaw występuje również przy obręczach poduszkowych, jednakże bezwzględne wartości są znacznie mniejsze. Tutaj zatem ograniczenie chyżości ma stosunkowo mały wpływ na wielkość obciążeń i z praktycznego punktu widzenia jest zupełnie zbyteczne.

Nieco odmiennie zachowują się pneumatyki o wysokim i niskim ciśnieniu, jednakże wpływ chyżości na wielkość nacisków dynamicznych jest tu minimalny z uwagi na ich niewielką różnicę w porównaniu ze statycznymi.

Wspomniana powyżej możność pracy, która da się wedle przytoczonego wzoru łatwo obliczyć, umożliwia nam wza-

jemne porównanie poszczególnych obręczy między sobą w odniesieniu do ich elastyczności. Jeżeli mianowicie naniesiemy w układzie prostokątnym na jednej osi obciążenia statyczne obręczy, na drugiej zaś odpowiadające im ugnioty gumy, natenczas odnośne krzywe przedstawią nam dokładnie wzajemny związek między wspomnianymi obiema wartościami. Ryc. 18 przedstawia tego rodzaju diagram dla 4 typów obręczy przy obciążeniach statycznych dochodzących do 6.000 kg.

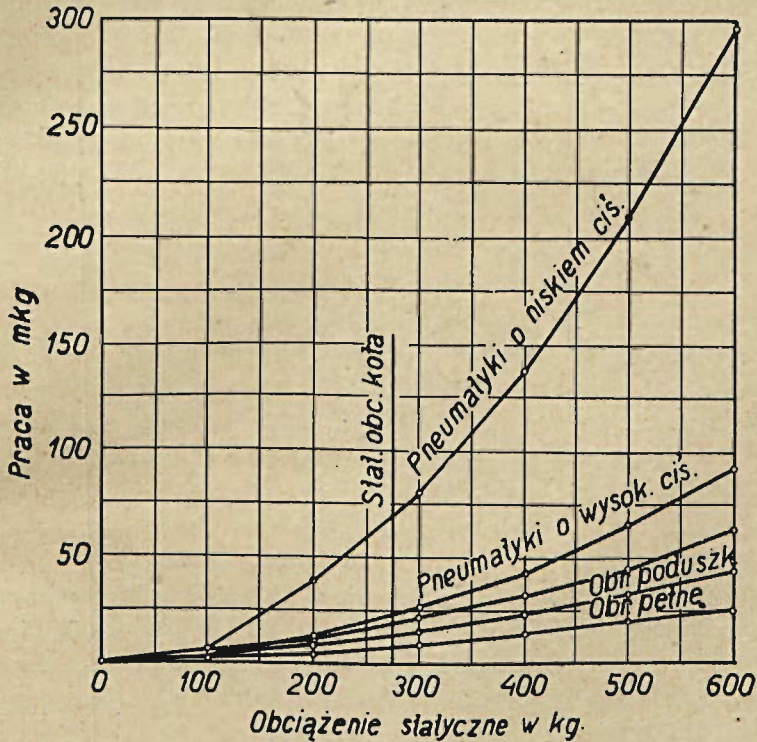


Rys. 18.

Analiza tych krzywych wykazuje, iż obręcze pełne i poduszkowe dalekie są od zupełnej elastyczności, albowiem ugniatają się dość silnie przy małych obciążeniach, natomiast w miarę wzrostu obciążenia maleje procentowo wartość ugniotu. Nieco korzystniej pod tym względem przedstawia się obręcz pneumatyczna o wysokim ciśnieniu, przy której zachodzi już większa proporcjonalność obciążenia do ugniotu. Trzeba tu przytem zauważyć, że w granicach małych obciążeń, do 2000 kg obręcz pneumatyczna o wysokim ciśnieniu ugniata się mniej niżli poduszkowa, natomiast powyżej tej granicy ugnioty jej są silniejsze, a co ważniejsze stałe w odniesieniu do przyrostu obciążenia.

Traktując sprawę ogólnie, należy zaznaczyć, że jeżeli koło o pewnym stałym ciężarze doznaje dodatkowego obciążenia, natenczas wysokość o jaką powiększa się ugniot jest zależną od początkowego, stałego obciążenia koła. Przy wszystkich typach jest ugniot tem mniejszy, jednakże w stopniu rozmaitym, im większe było początkowe obciążenie koła. Jeżeli chodzi o wzajemne po-

równanie obręczy pełnych i poduszkowych, to można skonstatować, iż w całym obszarze obciążeń ugniot tych ostatnich jest mniej więcej o 1.5 razy większy, niżli pełnych. Porównanie pomiędzy obręczami pneumatycznymi o wysokim i o niskim ciśnieniu wychodzi wybitnie na korzyść tych ostatnich, albowiem w przybliżeniu ugnioty balonów są o około 3 razy większe niżli pneumatyków normalnych, a przeszło pięć razy większe niżli ma to miejsce u gum pełnych.



Rys. 19.

Dla obciążenia statycznego 2750 kg okazują się następujące wartości podanych na rys. 18 typów w odniesieniu do ugniotu;

Obręcze pełne	10,1 mm
obręcze poduszkowe	16,3 „
obręcze pneumatyczne o wys. ciśn.	17,6 „
obręcze pneumatyczne o nis. ciśn.	54,0 „

Diagram przedstawiony w rys. 18 posiada niezmierną wartość z tego powodu, iż na podstawie niego można obliczyć dla każdego typu całkowitą pracę, przejętą przez obręcz.

Obliczone w ten sposób wartości uwidocznione są w rys. 19. i dają w układzie prostokątnym związek pomiędzy obciążeniem statycznym a całkowitą pracą. Widzimy z niego, iż przy wszystkich typach wzrasta praca więcej aniżeli proporcjonalnie do obciążeń. Poprowadzona jakakolwiek pionowa w tym diagramie umożliwi wzajemną ocenę poszczególnych typów dla jednego i tego samego obciążenia pod względem zamagazynowanej w nich pracy. Tak np. dla obciążenia statycznego 2 750 kg otrzymujemy przy przyjęciu ilości pracy obręczy pełnej za jednostkę następujące cyfry, charakteryzujące tę ilość u innych typów:

dla obręczy poduszkowych	1,5 — 2,1
" " pneumatycznych o wys. ciśn.	2,5
" " " " o nis. ciśn.	7,6

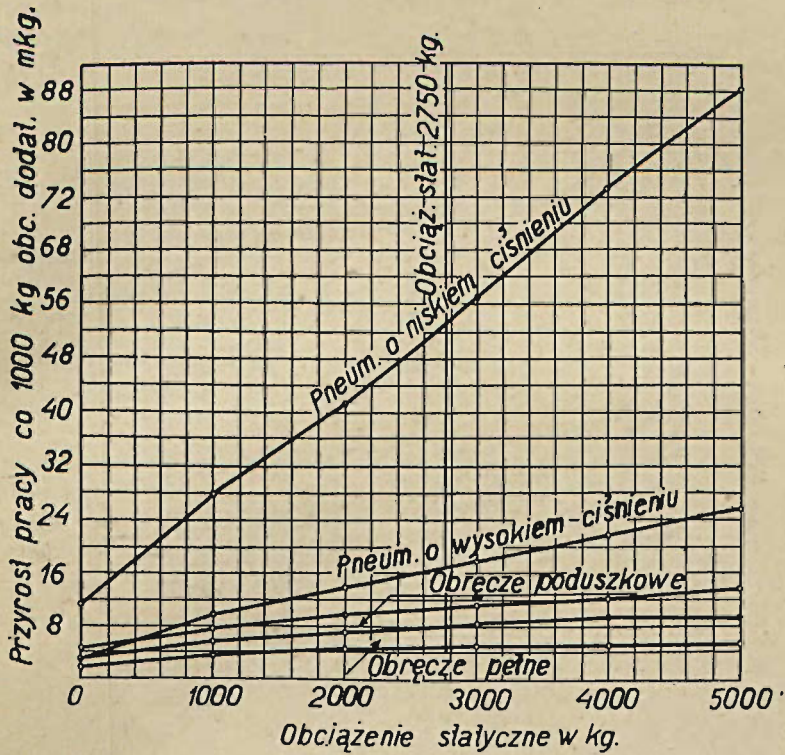
Podany w rys. 20 diagram przedstawia nam przyrost pracy obliczony z rys. 19 a spowodowany dodatkowem obciążeniem o wielkości 1000 kg przy rozmaitych obciążeniach początkowych. Dla statycznego obciążenia 2 750 kg osi tylnej wypadnie przykładowo ten przyrost pracy dla rozmaitych typów obręczy następująco:

obręcze pełne	5,3 mkg.
" poduszkowe	9,6 "
" pneumatyczne o wys. ciśn.	16,7 "
" " " o nis. ciśn.	53,3 "

Z powyższych dat otrzymanych na podstawie przeprowadzonych doświadczeń wynika, że możność pracy, którą reprezentuje właśnie wspomniany powyżej przyrost pracy da się przedstawić dla poszczególnych typów jako wielokrotność możności pracy obręczy pełnej następująco:

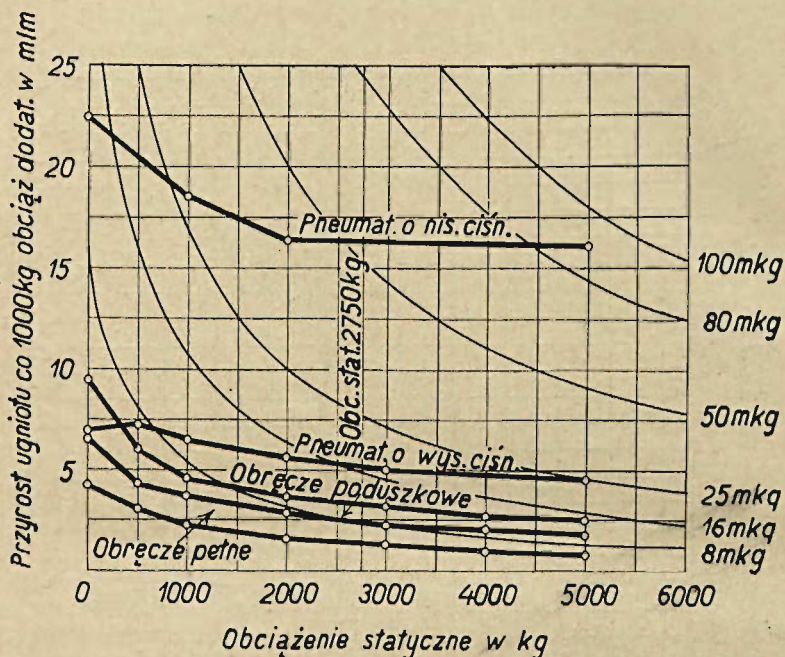
dla obręczy poduszkowej	1,9
" " pneumatycznej o wys. ciśn.	3,1
" " " " o nis. ciśn.	10,0

Nadto spostrzegamy jeszcze z diagramu, iż możność pracy obręczy pneumatycznych wzrasta w miarę powiększania się obciążenia koła znacznie silniej aniżeli analogiczny wzrost przy obręczach pełnych i poduszkowych. Szczególniej będzie się to odnosić do balonów. Wynika z tego, że przy silnych przeciążeniach poprawia się nawet elastyczność obręczy pneumatycznych w przeciwieństwie do pełnych i poduszkowych.



Rys. 20.

Jeżeli teraz przy pomocy diagramu przedstawionego w rys. 18. uchwycimy w rys. 21 związek pomiędzy obciążeniem statycznym a przyrostem ugniotów przy dodatkowym obciążeniu o 1000 kg wykreślając równocześnie krzywe stałych przyrostów pracy, natenczas otrzymamy związek pomiędzy trzema wyszczególnionymi momentami. Widzimy przykładowo, że obręcze balonowe przy przyroście obciążenia z 2 250 kg na 3 550 kg uzyskują możliwość pracy 50 mkg przy ugnioście 16,4 mm. Natomiast w tych samych warunkach obręcze pełne uzyskują możliwość pracy tylko 4,6 mkg z ugnioście 1,5 mm. Mimoходом należy zaznaczyć, iż podane na tym rysunku krzywe stałych przyrostów pracy stanowią w istocie tablice kwalifikacyjne w odniesieniu do tych obręczy gumowych, dla których zostały wykonane.

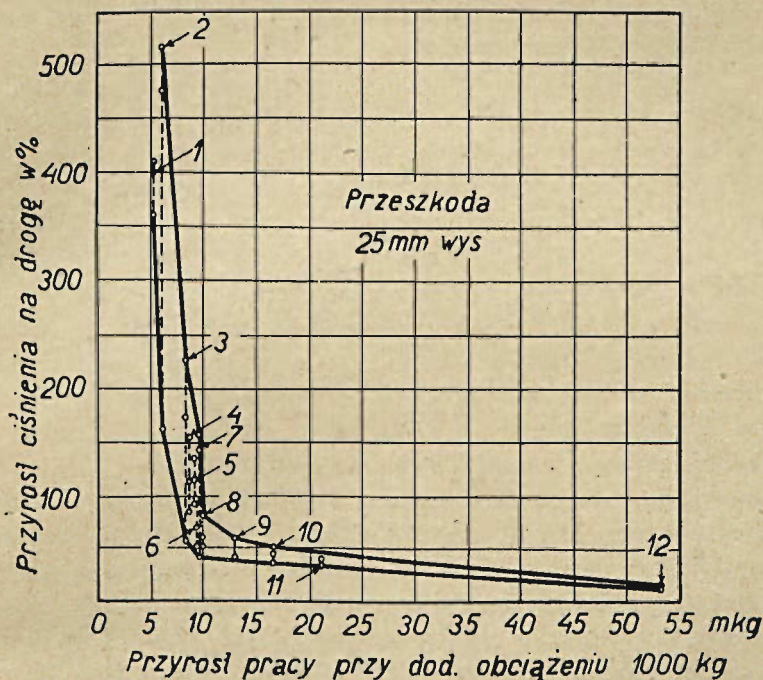


Rys. 21.

Z przedstawionego poprzednio stanu rzeczy wynikało, iż w czasie przejazdu samochodu przez przeszkodę zwiększają się wybitnie naciski kół na drogę, a rys. 17 ilustrował ten stan w odniesieniu do osi pędnej pojazdu o ciężarze 2750 kg. dla różnych obręczy i trzech chyżości, 10, 25 i 40 km/g., oraz przeszkodzie 25 mm. wysokiej. Uzyskawszy dla poszczególnych typów obręczy odpowiednie im przyrosty pracy na każde 1000 kg. obciążenia dodatkowego, badano równocześnie jak wielkie dają się zauważyć maksymalne przyrosty nacisku na drogę wyrażone procentowo przy zachowaniu wymienionych powyżej trzech chyżości. Rys. 22. przedstawia wykreślne zestawienie odnośnych związków również przy przeszkodzie 25 mm. wysokiej przyczem zaznaczyć trzeba, że dla jednej obręczy przynależne wartości maksymalnego wzrostu nacisku w zależności od chyżości umieszczone są na jednej odciętej. Celem uniknięcia nieporozumienia zauważyć należy, iż nie zawsze w powyższym diagramie najwyższe wartości maksymalnych ucisków

odpowiadają również największym chyżościom, na co zresztą zwracano już poprzednio uwagę.

Z przedstawionego diagramu widać, iż procentowy wzrost



- 1.PT. [pełne bliźniacze]
- 2.PT. [pełne]
- 3.Fulda Parabel I [poduszkowe]
- 4.Overman [poduszkowe bliźniacze]
- 5.Fulda Parabel I [poduszkowe bliźniacze]
- 6.Fulda Parabel III [bliźniacze]
- 7.Fulda Parabel II [poduszkowe]
- 8.Overman Super [blokowe]
- 9.Overman Super [poduszkowe]
- 10.Continental-Olbrzyny [pneum. o wysokiem cis.-bliźniacz]
- 11.Continental-Olbrzyny [pneum. o wysokiem ciśnieniu]
- 12.Continental-Balony [pneum. o nis. ciś.]

maksymalnego nacisku na drogę jest tem większy, im mniejszą jest dla danej obręczy możność pracy. Przy obręczy, która np. wykazywała tylko 6 mkg. możności pracy, wynosił wzrost nacisku na drogę przy przejeździe przez przeszkodę 25 mm. wysoką 520%. Ze wzrostem natomiast możności pracy maleją wybitnie wymienione naciski.

Jeżeli następnie otrzymane z doświadczeń punkty, odzwierciedlające wzajemną zależność pomiędzy chyżością, możnością pracy i procentowym wzrostem nacisku na drogę ograniczymy dwiema krzywymi obwiedniami, natenczas uzyskamy wyraźny obraz wpływu chyżości na natężenie drogi. Obwiednie te podziela całość badanych typów na dwie części, graniczące ze sobą mniej więcej w wartości 10 mkg. możności pracy. Od tej granicy lewa część będzie obejmowała te obręcze, przy których bardzo wybitnie uwydatniać się będzie wpływ chyżości na wielkość natężenia drogi; prawa część natomiast jest obszarem obręczy, dla których z praktycznego punktu widzenia, chyżość jest właściwie elementem zupełnie obojętnym, albowiem różnice nacisków na drogę przy rozmaitych chyżościach są wprost znikome. Widzimy z diagramu, iż najniekorzystniejsze wartości pod tym względem reprezentują obręcze pełne (PT pojedyncze i podwójne), najlepsze balony. W pośrodku i właśnie na granicy wspomnianych poprzednio 10 mkg. leżą obręcze poduszkowe. Przy tej wyraźnej granicy 10 mkg. leżące obręcze powodują, jak widzimy z rysunku wzrost nacisku dynamicznego na drogę mniej więcej w granicach 50 — 80% nacisku statycznego, na co ostatecznie droga powinna być jeszcze wytrzymała.

Jeżelibyśmy pragnęli teraz rozgraniczyć obręcze w zależności od ich wpływu na nawierzchnię drogową, natenczas możemy je podzielić na następujące grupy:

obręcze pełne	4 — 8 mkg.
poduszkowe	8 — 12 „
pneumatyczne o wys. ciśn.	15 — 23 „
„ o nis. ciśn.	do 60 „

Gdy nadto zwrócimy uwagę na wspomniany poprzednio moment większego lub mniejszego podniesienia się osi koła, a co zatem idzie i całego samochodu przy przejeździe przez przeszkodę, natenczas możemy ustalić, iż obręcze o małej moż-

ności pracy będą wóz podrzucały znacznie silniej niżli te, których możność pracy jest dostatecznie wielka i które z tego powodu będą miały własności wchłaniania przeszkód spotykanych na drodze.

Otrzymane na podstawie doświadczeń Beckera ostateczne wyniki, skłoniły Rząd niemiecki do wydania zakazu używania na drogach publicznych obręczy o możności pracy poniżej 8 mkg., przyczem z uwagi na ważność tego postanowienia pozwałam je sobie przytoczyć dosłownie: 1) „Pełne, wysokoelastyczne obręcze gumowe 2) muszą wykazywać w stanie nowym przy dopuszczalnym dla nich obciążeniu statycznym, co najmniej 8 mkg. możności pracy. Wymieniona możność pracy istnieje, gdy przyrost ugniotu jednego koła (pojedynczego lub bliźniaczego), przy obciążeniu go dodatkowym ciężarem 1000 kg. ponad dopuszczalne obciążenie statyczne przybiera conajmniej wartość, dającą się obliczyć wedle równania.

$$f = \frac{8000}{P + 500}$$

przyczem f oznacza żadaną najmniejszą wartość przyrostu ugniotu w mm., zaś P dopuszczalne obciążenie statyczne w kg.”

Dla wyjaśnienia tego przepisu zaznaczyć należy przykładowo, iż przy obręczy z wartością $P = 2000$ kg. dopuszczalnego obciążenia statycznego otrzymamy $f = \frac{8000}{2000 + 500} = 3,2$ mm.

Otóż ta obręcz będzie w znaczeniu przepisu niemieckiego wysokoelastyczną i odpowie stawianym wymaganiom, przy której przy powiększeniu obciążenia z 2000 na 3000 kg. nastąpi dalszy ugniot w wielkości conajmniej 3,2 mm.

Mimoходом dodać należy, że również we Włoszech istnieje od 1.I. 1932 r. zakaz używania do ruchu na drogach publicznych obręczy pełnych.

Ustalone w sposób powyżej podany przez Beckera pojęcie możności pracy, pozwalające na wzajemne porównanie poszczególnych obręczy posiada jednak pewne wady. Przeprowadzone nad tą sprawą badania przez prof. Langerę w Akwi-

1) Pflug — Babst: Kraftfahrzeug — Verkehr, Tekstausgabe 3 Auflage Verlag Klasing et Com.

2) Te same, które określiliśmy pojęciem obręczy poduszkowych.

zgranie¹⁾ w odniesieniu do obręczy pełnych wykazały, że wielkość ugniotu jest w znacznej zależności od długości czasu trwania działania obciążenia na koło, a odnośne różnice w wielkości ugniotu z tego powodu dochodzą do 18%. W ustalonym zatem przez Beckera pojęciu istnieje pewna luka z powodu braku określenia czasu, po upływie którego odczyt, odnoszący się do ugniotu powinien być skuteczniany. Dodać przytem trzeba, że nawet najszybciej przeprowadzone obciążenie koła trwa znacznie dłużej niżli uderzenie po drodze, wobec czego obręcz przy badaniu statycznym na odpowiedniem a specjalnie do tego celu skonstruowanem urządzeniu wydaje się być zawsze miększą, niżli jest nią w rzeczywistości w czasie ruchu.

Wreszcie istnieją jeszcze dalsze braki w proponowanym przez Beckera oszacowaniu obręczy. Langer udowadnia, że przez zwężenie górnej części obręczy gumowej, czyli przez wytworzenie t. zw. obręczy oszczędnościowych można wedle ustalonego przez Beckera pojęcia podwyższyć możność pracy z istotną szkodą dla drogi, albowiem jednostkowe ciśnienie na nią, które jedynie jest sprawdzianem lepszego lub gorszego oddziaływania obręczy na drogę, może osiągnąć wartości znacznie wyższe aniżeli dopuszczalne. Innemi słowy obręcz lepsza pod względem możności pracy może wywierać w rezultacie znacznie ujemniejszy wpływ na drogę, niżli obręcz o gorszych wartościach. W pojęciu możności pracy jest tak zwickłana sprawa własności gumy z kształtem przekroju, że ażeby osiągnąć pewną, oznaczoną możność pracy musi być obręcz z miękkiej gumy szeroką, natomiast z twardej wąską. Jeżeliby się np. podniosło obowiązujące obecnie w Niemczech wymagania ustawowe w odniesieniu do możności pracy, co pozornie wydawałoby się dla drogi korzystniejszym, to mogłoby to w rezultacie doprowadzić do konstrukcji przekrojów obręczy gumowych silnie ku powierzchni biegu zbieżnych.

Wychodząc z założenia, że dla drogi jedynie miarodajne jest jednostkowe ciśnienie obręczy w czasie jazdy, opracował Langer odmienną metodę ich oceny. W metodzie jego zatem nie może odgrywać decydującej roli obciążenie koła P (jak to ma miejsce przy metodzie Beckera), gdyż nawet duże obciąże-

¹⁾ Prof. P. Langer: Wertung von Vollgummireifen für Kraftwagen. V.D. I. Nr. 24/1930.

nie przy dostatecznie wielkiej powierzchni zetknięcia się obręczy z drogą może wydać w rezultacie małe ciśnienie jednostkowe. Trzeba jednakże odrazu zaznaczyć, że autor pomija tu zupełnie zwiększające się w miarę wzrostu powierzchni styku ssące działanie gum samochodowych.

Pewną trudność w tego rodzaju ujęciu zagadnienia stanowi bezspornie ta okoliczność, że podstawą oceny musi być ciśnienie jednostkowe oddziaływania dynamicznego, które w pierwszym rzędzie jest trudno oznaczalne, w drugim zaś i co najważniejsze, jest bardzo rozmaite właśnie w zależności od własności obręczy. Rozchodzi się zatem o to, by ustawić na jednostkowe ciśnienie wywierane na drogę w czasie ruchu pojazdu formułę, któraby miała wartości łatwo oznaczalne.

Wychodząc z założenia, że na drodze znajdującej się w pewnym stanie, jednostkowe przeciętne ciśnienia na jezdnię w czasie jazdy z jednostajną chyżością wzrastają w miarę powiększania się dynamicznego oddziaływania, oraz w miarę twardości gumy ustawia Langer wzór:

$$p_m = C_1 \left(\frac{Q}{b}\right)^x S^z \quad \text{gdzie:}$$

p_m jest przeciętnem ciśnieniem na drogę w czasie ruchu,

Q wartością oddziaływania dynamicznego,

b szerokością obręczy mierzoną w powierzchni biegu,

C_1 współczynnikiem, charakteryzującym stan drogi,

S współczynnikiem, charakteryzującym twardość gumy,

wykładniki zaś x i z mają dać miarę wpływu ucisku dynamicznego i twardości gumy na jednostkowe obciążenie drogi.

Ażeby wyeliminować nieznaną wartość Q przyjmuje autor, że przy pewnym stanie drogi, pewnej chyżości przejazdu i pewnej twardości gumy zachodzi pomiędzy wartościami Q i P (oddziaływanie statyczne) proporcja, dająca się ująć wzorem:

$$\frac{Q}{b} = C_2 \frac{P}{b}$$

przyczem stała proporcjonalności C_2 dla danych stanów drogi i chyżości musi być funkcją wykładnikową twardości gumy S , ponieważ wielkość dynamicznego oddziaływania jest właśnie od S zależne. W ten sposób:

$$C_2 = C_3 S^n \quad \text{albo} \quad \frac{Q}{b} = C_3 \frac{P}{b} S^n \quad \text{lub wreszcie:}$$

$$p_m = C_1 \left(C_3 \frac{P}{b} S_u \right)^x S^z = C_1 C_3^x \left(\frac{P}{b} \right)^x S^{(z + u x)}$$

Wstawiając teraz $C_1 C_3^x = K$; $z + u x = y$ otrzymujemy ostatecznie $p_m = K \left(\frac{P}{b} \right)^x S^y$.

Dla wykładnika x otrzymał Langer przy laboratoryjnym badaniu obręczy o normalnych szerokościach powierzchni biegu 150, 170 i 180 mm. okrągłą wartość 0,50, dla wykładnika y dały jazdy próbne przeprowadzone z jednostajną chyżością na rozmaitych drogach i przy podanych powyżej szerokościach obręczy wartość 1,5 tak, że podany wzór modyfikuje się do formy:

$$p_m = K \left(\frac{P}{b} \right)^{0,5} S^{1,5} = K \sqrt{\frac{P}{b}} S^3$$

Autor skonstruował osobny przyrząd do badania współczynnika S wychodząc z tej przesłanki, iż dla elastycznej miękkości obręczy miarodajną jest ta najwyższa siła, która występuje w gumie przy uderzeniu o obwód obręczy. Wedle przeprowadzonych doświadczeń, wartość S leży w granicach 1,4 do 1,9 dz/mkg.

Do badań wskaźnika stanu drogi K przyjmuje autor znaną już ¹⁾, metodę dochodząc w końcu do wzoru:

$$p_m = 0,6 \sqrt{\frac{P}{b}} S^3$$

Zachodzi naturalnie pytanie do jakich granic mogą być pewne nawierzchnie natężone. Jeżeli np. przyjmiemy zgodnie z autorem, iż dla nawierzchni tłuczniowej granicą tą będzie 12 kg/cm², natenczas:

$$\frac{P}{b} S^3 \leq 400$$

O ile rozchodziłoby się o nawierzchnie silniejsze, o charakterze monolitowym jak np. betonowe, asfaltowe lub bruk kamienny, które mogą przejąć na siebie większe obciążenie jednostkowe, natenczas powyższe równanie przybierze po prawej stronie inną dającą się łatwo obliczyć wartość.

Z przedstawionego stanu rzeczy widzimy, iż przyjmując pewne dopuszczalne ciśnienie na jezdnię oraz pewną twardość

¹⁾ Wiadomości Drogowe Nr. 46 i 47 z 1931 r.

gumy, możemy przeprowadzić porównanie pomiędzy różnymi typami obręczy. Do tego celu służy też specjalnie opracowany przez autora diagram, który zadanie to ułatwia. Z diagramu tego np. wynika, że gumy o wartości $S > 1,64$ powinny być z użycia wykluczone, a nawet graniczna pod tym względem wartość $S = 1,64$ będzie dopuszczalną tylko przy bardzo szerokim wykonaniu $\left(\frac{P}{b} = 90\right)$. Natomiast miękka guma jest

dopuszczalna również przy wąskich obręczach, przy których $\frac{P}{b}$ dochodzi do wartości 146.

O ile z jednej strony nie ulega żadnej wątpliwości, że sposób oceny obręczy gumowych podany przez Beckera posiada pewne wady, to z drugiej zaznaczyć należy, iż metoda proponowana przez Langerę jest zbyt zawiła, a w szczególności wymagająca dość szeroko rozbudowanej aparatury i w użyciu przedstawiająca znaczne niedogodności z powodu zbyt wielkiej ilości wciągniętych tu współczynników, które z natury rzeczy będą musiały być prawdopodobnie znacznie bardziej indywidualnie zastosowane, aniżeli to Langer w swej pracy podaje. Pole do dalszych badań jest tutaj szeroko otwarte i niewątpliwie należy oczekiwać nowych, nieobciążonych błędami i niezbyt zawiłych sposobów oceny.

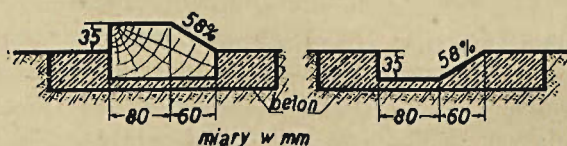
Sprawą wpływu obręczy gumowych na nawierzchnię drogową zajmował się również prof. Dr. de Quervain, Dyrektor Instytutu Sejsmograficznego Szwajcarskiego Centralnego Zakładu Meteorologicznego, który z natury swego ściślejszego zainteresowania przeprowadził w r. 1926 badania wstrząsów spowodowanych obręczami z pomocą sejsmografu na drodze doświadczalnej w Waldstatt-Hundwil w Kantonie Appenzell, a rezultaty tych badań zostały ogłoszone w osobnym wydawnictwie ¹⁾.

Badania wstrząsów przeprowadzono w ten sposób, iż wszystkie koła jednego i tego samego pojazdu ciężarowego „Saurer” typu 5 A D o ciężarze własnym w granicach 4654 a 4721 kg. i sumarycznym 9220 — 9285 kg. (o tylnych obręczach bliźniaczych) zaopatrywano w każdorazem badane obręcze i przejeżdżano obok ustawionego na drodze sejsmografu

¹⁾ E. Monteil: Die schweizerischen Untersuchungen der Bereifung von Motorlastwagen. Bern 1927.

z czterema zasadniczymi czyżościami 15, 20, 25, i 35 kg na g. Przejazdy te odbywały się tak samochodem pustym, jako też obciążonym w powyżej podanych granicach. Celem uzyskania możliwie wyczerpującego materiału przeprowadzono jazdy badawcze na jezdni z bruku drobnego, nowow wykonanej miaziowej, na moście a wreszcie na partji zaopatrzonej w sztucznie wykonane przeszkody tak w formie wzniosu, jako też opadu w stosunku do niwelety drogi. W ten sposób przeprowadzono 434 jazd pomiarowych, z których uzyskano 1302 diagramów drgań dla kół tylnych i 852 takich samych diagramów dla kół przednich.

Do pomiaru drgań użyto uniwersalnego seismografu systemu de Quervain-Piccard konstrukcji firmy Trüb, Täuber et Com. w Zurychu. Aparat ten daje możność równoczesnej rejestracji wszystkich trzech składowych, mianowicie równolegle i poprzecznie do drogi oraz w kierunku pionowym, wskutek czego jest zapewnioną możliwa do osiągnięcia dokładność rezultatu.



Rys. 23.

Parę słów należy poświęcić sztucznym przeszkodom przedstawionym w rys. 23. Przeszkody te mają naśladować drogę złą, posiadającą dziury i wygórowania. Nasuwa się przeto pytanie, dlaczego jazd doświadczalnych nie przeprowadzono raczej na odpowiednio, w sposób naturalny zniszczonej drodze? Powodem użycia tych sztucznych przeszkód była jednak tendencja, by dla wszystkich badanych obręczy wytworzyć zupełnie identyczne warunki przejazdu, co jednak było zupełnie niemożliwym na naturalnie zniszczonej drodze. Po pierwsze bowiem nie byłoby możliwości stałego przejazdu rozmaitemi obręczami po idealnie jednym i tym samym śladzie, co jednakże miałyby bardzo silny wpływ na ostateczne rezultaty, powtóre zaś droga sama, na której odbywa się zresztą w czasie prób ruch normalny ulegałaby ciągłemu niszczeniu i przedstawiałaby w rozmaitych fazach doświadczeń, które przecież nie mogły się ukończyć np. w ciągu jednego dnia, rozmaite przekroje podłużne

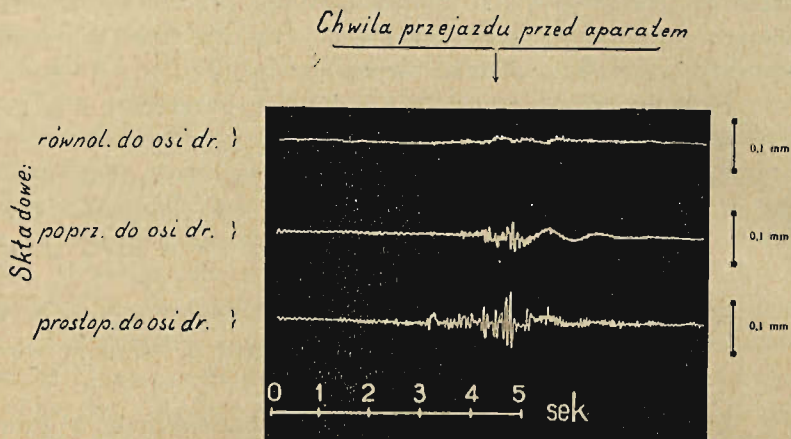
odpowiednich śladów kół, Stałość kształtu przeszkody, umożliwiająca porównanie poszczególnych wyników była zatem jak widzimy, warunkiem podstawowym.

Badaniu poddane zostały następujące obręcze:

- 1) pełne „Continental” 1025 x 160 x 850
- 2) poduszkowe „Bergougnan” 1030 x 160 x 850 wyrób firmy francuskiej „Etablissement — Bergougnan”, Clermont-Ferrand, „Overman” 1070 x 190 x 550 i „Fulda Parabel” 1080 x 170 x 850,
- 3) pneumatyczne „Michelin Cables” 40 x 8” wyrób firmy Michelin et Com. Clermont-Ferrand o ciśnieniu wewnętrznym 7 atm.

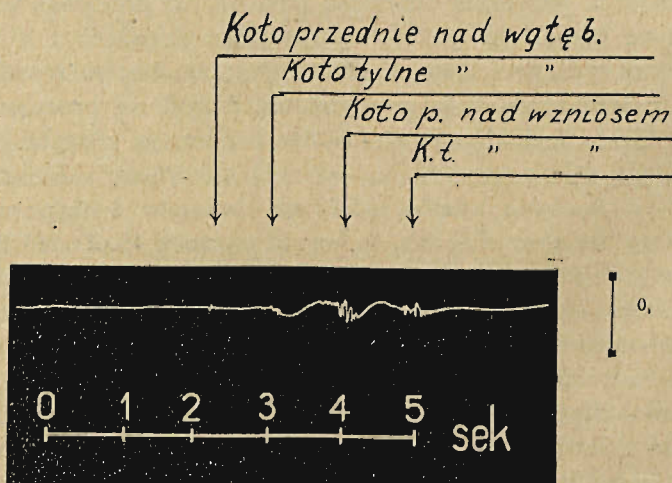
Oprócz powyższych obręczy, które badane były w stanie nowym, użyto również do prób obręczy „Continental” zjeżdżonych do grubości gumy 38 mm., względnie 63,5 — 68 mm., ażeby stwierdzić różnicę zachowania się pomiędzy obręczami zupełnie nowymi, a częściowo już zużytymi.

Co do samej organizacji przejazdu w czasie prób zaznaczyć należy, iż w każdym wypadku próbna przestrzeń, na której jazda odbywała się z jedną z podanych powyżej chyżości miała długość 83,33 m., zaś seismograf ustawiony był w środku tej długości, przyczem odległość jego od osi przebiegu koła wynosiła na bruku, na moście oraz przy przeszkodach 1,70 m., zaś na jezdni maziowej 2,40 m. Dodać przytem trzeba, że całkowita długość jazdy była w istocie większą, a podana powyżej odległość 83,33 m. dokładnie na drodze oznaczona, służyła jako orientacja dla kierowcy, że ma na niej utrzymać jednolitą chyżość. Tę nierówną wartość 83,33 m. przyjęto z tego powodu, iż osiąga się przy niej dla żądanych chyżości 15, 20, 25 i 35 km/g. równe i wygodne dla kontroli kierowcy okresy czasu przejazdu, wynoszące 20, 15, 12 i 8,6 sekund. Jak już wskazano poprzednio seismograf dawał diagramy trzech składowych odnośnego wstrząsu terenu (na którym stał aparat), przyczem w danym wypadku diagramy te uwidocznione były w 50-krotnym powiększeniu. Podany obok rys. 24 przedstawia wzór takiego diagramu dla przejazdu po powierzchni z bruku drobnego, pustym wozem, zaopatrzonym w obręcz „Fulda-Parabel” z chyżością 29,4 km/g. dla trzech składowych, przyczem górny wykres odnosi się do składowej poziomej równoległej do osi drogi, średni



Rys. 24.

do składowej poziomej prostopadłej do osi drogi, zaś dolny do składowej pionowej. Z każdego diagramu jazdy przeprowadzonej na bruku, na jezdni maziowej i na moście mierzono zawsze największe wychylenia drgań bez względu na to, czy wywołane ono było przejazdem osi przedniej czy też tylnej.



Składowa prostop. do osi drogi

Rys. 25.

Rys. 25¹⁾ podaje przykładowo diagram składowej pionowej do drogi, odnoszący się do przejazdu przez wyszczególnione poprzednio przeszkody również pustego wozu na pełnych obręczach „Continental“ z chyżością 16,7 km/g. Różnica zasadnicza pomiędzy pierwszym (rys. 24) a drugim diagramem (rys. 25) jest ta, iż ostatni podaje notowane przez aparat drgania, wynikające z przejazdu przedniego i tylnego koła tak przez wgłębienie jako też przez wznios, przyczem obie te przeszkody znajdowały się w wzajemnej odległości 9,00 m. przy centralnem ustawieniu aparatu.

Połowa największej wychyłki drgań jest kaźdocześnie największą amplitudą, przy wskazanem zaś poprzednio nastawieniu seismografu 1/50 największej pomierzonej amplitudy stanowi największą amplitudę rzeczywistego ruchu terenu. W ten sposób 1/100 pomierzonej wychyłki drgań stanowi prawdziwą amplitudą drgania ziemi. Dokładność odczytu przy danem powiększeniu dochodziła do 1/1000 mm.

Otrzymane w ten sposób prawdziwe amplitudy wstrząsu stanowiły podstawę do porównawczej oceny wpływu dynamicznych oddziaływań na jezdnię. Ażeby zrozumieć ten punkt wyjścia należy zauważyć co następuje:

Elementem wpływającym istotnie przy wstrząsie terenu na budynki, oraz ludzi nie jest największa amplituda, lecz występujące w czasie drgania największe przyspieszenie. Jak liczne pomiary wykazały przy wstrząsach, które uwidaczniały się w czasie omawianych jazd próbnych, ziemia nie poruszała się dowolnie, lecz wykonywała drgania sinusoidalne o bardzo małym perjodzie. Zrozumieć to można jeśli się zważy, że ziemia jest ciałem elastycznym, mającem własności przewodzenia wywołanych w pewnem miejscu wstrząsów. Jeżeli zaś będziemy pamiętali, że przy sinusoidalnych drganiach maksymalne przyspieszenie b wynosi:

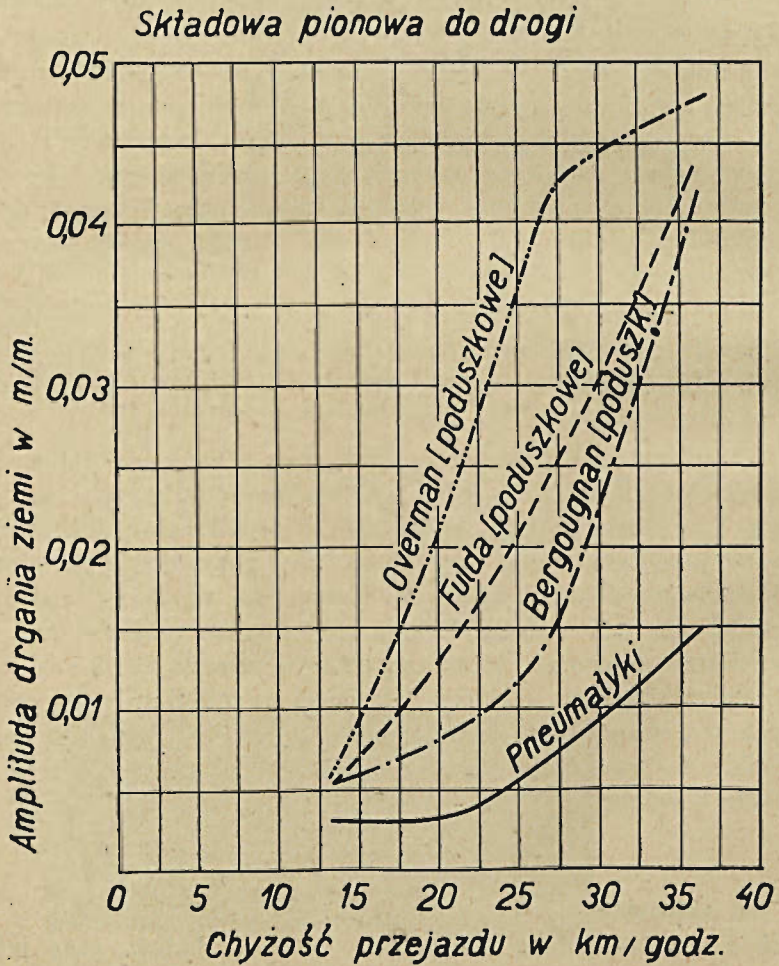
$$b = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \cdot a, \text{ przyczem:}$$

a jest największą amplitudą,

zaś T czasem pełnego drgnienia, zatem perjodem, oraz jeśli

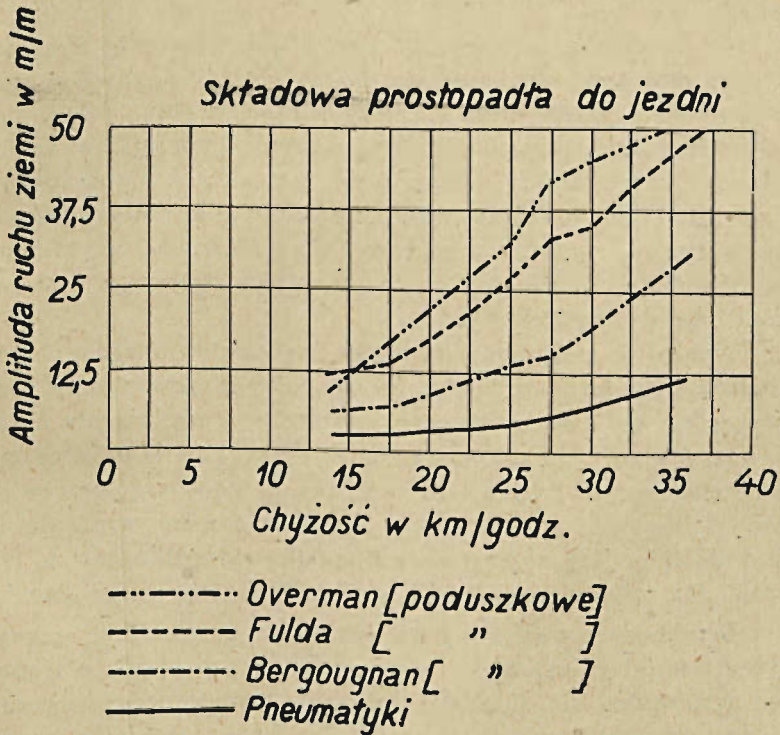
¹⁾ Po prawej stronie np. 25 należy obok podanej podziałki umieścić „0,1 m/m”, podobnie jak to ma miejsce na rys. 24.

ustalimy stwierdzony przy tego rodzaju pomiarach fakt, że period drgania pewnej partji terenu, na której stoi seismograf jest stały bez względu na wielkość wstrząsu, natenczas możemy przyjąć, że dla jednego i tego samego położenia aparatu największe przyspieszenie b jest proporcjonalne do największej amplitudy a . Z tego powodu można przez porównanie amplitud otrzymać przegląd działania poszczególnych obręczy na jedną i tę samą nawierzchnię.



Rys. 26.

Z całego szeregu przeprowadzonych pomiarów wykonano wykresy przy których na osi odciętych nanoszono chyżość przejazdu, zaś na osi rzędnych odnośne maksymalne amplitudy dla każdej z trzech składowych oddzielnie. Nie trzeba dodawać, iż celem uzyskania wyrazistości wykresu przyjęto dla amplitud ruchu ziemi znacznie powiększoną podziałkę. Przykład takiego wykresu przedstawia rys. 26 odnoszący się do amplitud składowej pionowej do drogi przy przejeździe samochodem obciąż-



Rys. 27.

żonym przez nawierzchnię z bruku drobnego, dla czterech podanych tam typów obręczy.

Już z takiego najprostszego wykresu jest możliwe wyciągnięcie pewnych wniosków w odniesieniu do poszczególnych typów obręczy jednak tylko dla jednej nawierzchni i dla oddzielnych składowych.

Ażeby uzyskać jasny przegląd przebiegu amplitud na wszystkich badanych nawierzchniach, nie wyłączając również wspomnianych poprzednio przeszkód sporządzono szereg następujących wykresów, na których dla poszczególnych składowych naniesiono w związku z chyżością przeciętne wartości amplitud dla rozmaitych obręczy. Rys. 27. daje zestawienie tego rodzaju przeciętnych amplitud składowej prostopadłej do drogi dla jednakowych chyżości przy nawierzchni z bruku drobnego, maziowej, oraz przy przejeździe przez przeszkodę samochodu załadowanego.

W końcu dla ostatecznego porównania wykonano wykresy, których reprezentantem jest rys. 28, w których zestawiono przy zachowaniu podziału tylko na trzy klasy obręczy, pełne, poduszkowe i pneumatyczne, średnie wartości wszystkich amplitud wraz z podaniem sumarycznej przeciętnej amplitudy ze wszystkich trzech składowych, oddzielnie dla poszczególnych nawierzchni i ciężaru samochodu. Przykładowo przytoczony rys. 28 odnosi się do nawierzchni z bruku drobnego i samochodu obciążonego.

Z bogatego materiału doświadczalnego zestawionego w przedstawiony powyżej sposób starano się uzyskać pewne daty, odnoszące się do dobroci obręczy. Wnioski te nie zostały opracowane w całości przez Quervain'a, który zmarł wkrótce po przeprowadzonych badaniach, lecz przez jego współpracowników. Moment ten podaję z tego powodu, iż mam wrażenie, iż nie wszystkie daty byłyby prawdopodobnie zużytkowane w ten sposób jak to przeprowadzono w wspomnianem wydawnictwie.

Przechodząc do omówienia wyników doświadczeń zaznaczyć z naciskiem należy, iż sam ich typ przeprowadzenia (pomiar wstrząsów) nie dozwalał na bezwzględną ocenę obręczy w odniesieniu do oddziaływania jej na drogę, lecz tylko dawał pewne porównawcze daty dla rozmaitych typów.

O ile chodzi o nawierzchnię z bruku drobnego to w pierwszym rzędzie wpada w oczy, iż dla wszystkich typów obręczy składowa amplitud równoległa do drogi jest w stosunku do innych składowych całkiem nieznaczną i może być właściwie pominiętą przy dalszych rozważaniach. Natomiast składowe poprzeczne do drogi i pionowe niewiele odbiegają od siebie i na ogół wzięwszy są dosyć znaczne. Stwierdzono tu ciekawy fakt,

że obciążenie wozu niema wyraźnego wpływu na wielkość wstrząsów albowiem mniej więcej te same daty uzyskano dla samochodu pustego, jak obciążonego pomimo, że różnica wagi była prawie 100%. Można nawet powiedzieć, iż stwierdzono raczej bardziej ujemny wpływ przejazdu wozu nieobciążonego.

Jeżeli chodzi o zależność wstrząsów od chyżości przejazdu to naogół stwierdzić należy, iż doświadczenia wykazały przyrost tych wstrząsów w miarę wzrostu chyżości. Najmniejszy przyrost daje się zauważyć przy pneumatykach, jednakże jakiegoś stałego związku pomiędzy chyżością a wstrząsem stwierdzić się nie dało.

Wziąwszy pod uwagę przeciętne wartości wszystkich składowych amplitud, oraz ze wszystkich doświadczeniem objętych chyżości przedstawia się na jezdni z bruku drobnego cyfrowy stosunek pomiędzy poszczególnymi typami obręczy w sposób następujący:

	obrócze		
	pneum.	pod.	pełne
dla samochodu nieobciążonego:	1	: 4,1	: 14,8
„ „ obciążonego:	1	: 2,9	: 8,9

Mojem zdaniem tego rodzaju wyzyskanie dostarczonego przez doświadczenia materiału nasuwa wiele wątpliwości, gdyż w momencie, gdy stwierdziło się wpływ chyżości na wielkość amplitudy, nie można zadowolić się pewnymi przeciętnymi wartościami co do chyżości, lecz powinna ona znaleźć uwzględnienie w ostatecznej ocenie obręczy między sobą. Już bowiem pobieżny rzut oka na przykładowo przytoczony rys. 28 wskazuje, że to ustosunkowanie się będzie zupełnie inaczej wyglądało dla chyżości 15 km/g. (1:1,5:1,7), niżli dla 20 km/g. (1:2,6:3,7), a jeszcze inaczej dla 25 km/g. (1:3,2:11,8), nie wspominając o chyżości 35 km/g., dla której daty odnoszące się dla obręczy pełnych nie zostały opublikowane.

Przy wykorzystywaniu dat odnoszących się do nawierzchni maziowej stwierdzono również słabe występowanie składowych równoległych do drogi. Natomiast największe wstrząśnienia dają się tu zauważyć nie w kierunku prostopadłym do jezdni lecz poprzecznym. Występuje to jednolicie przy wszystkich typach badanych obręczy, przyczem przy obręczach pełnych składowe poprzeczne są dwa razy, przy poduszkowych i pneu-

matycznych kilkakrotnie razy większe niżli odpowiadające im składowe pionowe. Wytłumaczenie tego zjawiska szuka się w hipotezie, iż wysokie profile obręczy poduszkowych i pneumatycznych łagodzą wprawdzie wstrząsy w kierunku pionowym, natomiast pozwalają na rzuty boczne samochodu w czasie jazdy, które w rezultacie dają silne wstrząsy poprzeczne.


Również i tu stwierdzono mały wpływ obciążenia wozu na wielkość wstrząsów; w związku z chyżością okazało się, że przy obręczach pełnych mniej więcej do 25 km/g. wstrząsy dla obu typów obciążeń są prawie jednakowe, poza tą natomiast granicą przeważają wstrząsy spowodowane przez przejazd wozu pustego. Przy obręczach poduszkowych poza granicą 25 km/g. zaczynają przeważać wstrząsy wywołane wozem załadowanym. Wpływ chyżości samej dla siebie jest nieznaczny przy pneumatykach, objawia się jednak znacznie silniej przy obręczach poduszkowych i pełnych, przyczem różnica pomiędzy oboma tymi typami jest nieznaczna na korzyść poduszkowych.


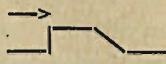

Przy cyfrowem ujęciu przeciętnego stosunku poszczególnych typów gum, podobnie jak to miało miejsce dla nawierzchni z bruku drobnego, osiągamy daty następujące, które wskazują na znacznie mniejsze różnice niżli poprzednio, a mianowicie:

	obrócze		
	pneum.	pod.	pełne
dla samochodu nieobciążonego:	1	:	2.1 : 4.5
„ „ obciążonego:	1	:	2.0 : 2.9

Dodać przytem należy, iż amplitudy drgań przybierają wybitnie niższe granice, niżli dla nalogicznych elementów przy nawierzchni z bruku drobnego.

Z dat uzyskanych przy przejazdach przez przeszkodę wyciągnięto szereg wniosków w zależności od tego, czy rozchodzi się o przejazd przez wgłębienie czy też przez wznios, oraz z której strony przeszkoda była atakowana, czy od strony pionowej, czy też ukośnej. Ogólnie da się powiedzieć, iż wielkość wstrząsów wzrasta wedle poniżej podanego zestawienia:

- 1) przejazd przez wgłębienie od strony pochyłej 

- 2) przejazd przez wgłębienie od strony pionowej 
- 3) przejazd przez wznios od strony pionowej 
- 4) przejazd przez wznios od strony pochyłej 

Przy przejeździe pod 1) wstrząsy są najmniejsze, pod 4) największe.

W odróżnieniu od obu poprzednio omawianych wypadków składowe wstrząsów równoległe do drogi nie mogą być tu już pominięte jakkolwiek i tutaj są one najmniejsze w stosunku do innych. Największe wychylenie daje składowa prostopadła do drogi.

W odniesieniu do typu obręczy, to przy przejeździe przez przeszkodę wybitnie występują dodatnie strony pneumatyków, najgorzej zaś pod tym względem przedstawia się obręcz pełna. Jeżeli rozpatrywać nadto będziemy sprawę z punktu widzenia obciążenia samochodu, to ustalono, iż przy przejeździe tylnego koła przez przeszkodę zawsze największe wychylenie dawał samochód obciążony, przy przejeździe natomiast koła przedniego otrzymano daty odmienne. Mianowicie największe wychylenie poprzeczne do drogi i pionowe otrzymywano przy przejeździe pustego samochodu, przyczem składowe równoległe do drogi były mniej więcej równe tak dla przejazdu osi przedniej jak i tylnej.

Przeciętne cyfrowe zestawienie poszczególnych typów obręczy, zróżniczkowane wedle rodzaju przeszkody, wielkości obciążenia i zależności od osi przedstawia się następująco:

		Wgłębienie		
		Obręcze:		
		pneum.	podusz.	pełne
samoch. nieobciążony	{	oś przednia	1 : 5	: 8,1
	}	oś tylna	1 : 2,9	: 5,7
samoch. obciążony	{	oś przednia	1 : 5,3	: 6,5
	}	oś tylna	1 : 4,7	: 2,2

Wznios

samoch. nieobciążony	{	oś przednia	1	:	4,3	:	7
		oś tylna	1	:	2,3	:	4
samoch. obciążony	{	oś przednia	1	:	4,7	:	5,7
		oś tylna	1	:	4,5	:	6,7

Uzyskano również cały szereg bardzo ciekawych dat przy badaniu przejazdu przez most, daty te posiadają jednak większą wartość dla konstruktora mostów, natomiast nie mają zbyt wielkiego wpływu na całość omawianego obecnie zagadnienia.

Ostateczną odpowiedź na postawione przy szwajcarskich doświadczeniach pytanie usiłowano wydstać z przeciętnych dat w odniesieniu do wstrząsów na badanych nawierzchniach z przeszkodą lub bez, przy rozmaitych chyżościach i rozmaitych obciążeniach samochodu. Ponieważ nadto wszystkie składowe wstrząśnięć występują równocześnie, przeto złączono je w postaci średniej arytmetycznej.

Przy tem porównaniu okazał się następujący stosunek, charakteryzujący poszczególne obręcze:

obręcze				
pneumatyczne	poduszkowe	pełne		
1	:	3,3	:	9,7

kóre to cyfry należy uważać za końcowy najważniejszy efekt przeprowadzonych doświadczeń,

Jak już wspomniałem poprzednio, obręcze pełne badane były tak w stanie zupełnie nowym, jako też zjeżdżone. Jest rzeczą niezmiernie ciekawą i nieoczekiwaną, iż porównanie wstrząsów wywołanych obręczą pełną z takimi samymi spowodowanymi przejazdem obręczy zużytej do grubości 38 mm. dało w rezultacie stosunek 1:1,2, z czego okazuje się, że powodem silnych wstrząsów nie jest wiek, względnie zdefektowanie obręczy, lecz raczej sam jej typ. Nie wynika z tego naturalnie, by można bezkarnie grubość warstwy gumy na obręczy pełnej doprowadzać do jakiejś absurdalnej granicy. Granica ta zdaje się będzie leżeć, jak już poprzednio powiedzieliśmy około 40 do 50 mm. grubości.

Zwrócić należy jeszcze uwagę na jedno. Wszystkie diagramy zestawione na podstawie doświadczeń szwajcarskich

wskazują dobitnie na związek istniejący pomiędzy chyżością przejazdu a typem obręczy. O ile przy pneumatykach wpływ chyżości na wielkość wstrząsów jest stosunkowo nieznaczny, o tyle wzrasta on przy obręczach poduszkowych, a bardzo silnie przy pełnych. Z tego powodu pragnąc otrzymać dla wszystkich typów obręczy mniej więcej jedne i te same wstrząśnienia, należałoby przejeżdżać drogę z różnymi chyżościami, które będą najmniejsze przy obręczach pełnych, największe przy pneumatykach.

Jakkolwiek rzecz, którą poniżej poruszam leży już właściwie poza tematem niniejszej pracy, nie mogę pominąć milczeniem, iż przy doświadczeniach szwajcarskich zanotowano również parę dat, odnoszących się do wstrząsów wywołanych przejazdem „małoobciążonego”¹⁾ wozu zaprzęgowego, zaopatrzonego w obręcz żelazną i jadącego z chyżością 5 względnie 8 km/g. Okazało się przytem, co zresztą stwierdzono w Brunświku, że amplitudy drgań z powodu przejazdu wozu nie są przy tych małych chyżościach wcale nieznaczne, lecz osiągają wartości które przy jeździe z bruku drobnego leżą powyżej tych, jakie skonstatowane zostały przy największych badanych chyżościach dla pneumatyków. Nieco lepiej przedstawia się ta sprawa przy nawierzchni maziowej, jakkolwiek i tutaj wpływ przejazdu wozem zaprzęgowym daje rezultaty te same, co przy pneumatykach o chyżości 20 km/g.

Wprost rażące daty pod tym względem otrzymano przy przejeździe przez most żelaznobetonowy o łuku 109 m, który posiadał nawierzchnię z betonu maziowego. Tutaj mianowicie wstrząsy wywołane przejazdem wozu konnego przewyższyły znacznie wstrząsy spowodowane wszelkimi typami obręczy samochodowych.

Poruszam tę sprawę z tego powodu, że na tle dat uzyskanych z tych doświadczeń pokazuje się znowu dość znaczna niesprawiedliwość, wynikająca z silnego obciążenia u nas materjalnymi świadczeniami ruchu samochodowego z pominięciem ruchu zaprzęgowego, którego wpływ destruktywny na drogę został już z różnomych stron, zupełnie oddzielnie pracujących stwierdzony.

¹⁾ Niestety ogłoszone sprawozdanie nie podaje tego ciężaru, zaznaczając tylko ogólnie, że wóz konny był o małym obciążeniu.

Mniej więcej analogiczne doświadczenia z obręczami gumowymi przeprowadził w r. 1931 prof. Schenck, kierownik Instytutu Badawczego dla budowy dróg na Politechnice w Berlinie¹⁾. Podobieństwo ich do doświadczeń szwajcarskich polegało w tej samej metodzie badawczej, mianowicie przez użycie przyrządu do mierzenia wstrząsów typu „Askania”, który daje możliwość optyczno-fotograficznej rejestracji drgań terenu w trzech, takich samych jak poprzednio składowych.

Trzeba jednakże odrazu zaznaczyć, że kiedy badania szwajcarskie miały czysto naukowy charakter i wywołane zostały problemami nie stojącymi w żadnym związku z jakimikolwiek zagadnieniami natury materialnej, to doświadczenia Schencka spowodowane zostały staraniami firmy Vorwerk et Com. w Barmen wyrabiającej masywy pełne i poduszkowe, która wskutek wydanego w Niemczech zakazu ich używania uczuła się w swej egzystencji zagrożoną. Jakkolwiek daleki jestem od imputowania tak zasłużonemu w budownictwie drogowym badaczowi jakim jest prof. Schenck²⁾ jakiegokolwiek stronniczości w rozpatrywaniu omawianego zagadnienia, to jednakże moment ten w związku z rezultatami badań podniosła bardzo silnie krytyka, która wysunęła wiele słusznych zastrzeżeń w odniesieniu do przeprowadzonych doświadczeń. Schenck rozszerza badania, nie pozostając tylko przy rezultatach z pomiarów wstrząsu; zastanawia się on również nad ekonomicznością ruchu w zależności od rodzaju obręczy, oraz jego bezpieczeństwem.

Badania Schencka odnoszące się do wstrząsów, przeprowadzone były na trzech, różnych co do swego stanu i istoty nawierzchniach drogowych z uwagi, że jak już widzieliśmy poprzednio właściwości jezdni mają znaczny wpływ na końcowy rezultat badań wstrząsów. Była to a), równa jezdnia bitumiczna b) dwadzieścia lat liczący drobny bruk oraz c) zła i nierówna nawierzchnia tłuczniowa. Użyty do doświadczeń pojazd był natomiast jeden i ten sam o ciężarze własnym 5 140, kg całkowitym 9 150 kg z zaopatrzeniem go w 7 typów obręczy, z cze-

¹⁾ Dr. Ing. R. Schenck: Untersuchungen von Elastikreifen. Verkehrstechnik Nr. 48 i 49. ex 1931.

²⁾ Autor cennej pracy p. t.: *Fahrbahnreibung und Schlüpfrigkeit der Strassen im Kraftwagenverkehr*. Berlin 1930.

go 5 typów należało do wyrobów firmy Vorwerk, dwa zaś do pneumatyków o wysokim ciśnieniu wewnętrznym 6,5 i 7 atm. (Firestone i Goodyear). Co do wspomnianych pięciu masywów, to cztery garnitury były zupełnie nowe natomiast jeden już zużyty, na którym rzekomo przejechano poprzednio 70 000 km. Chyżości zastosowano cztery, mianowicie 15, 25, 35 i 45 km/g.

Nie wdając się w szczegółowy opis doświadczeń, które zresztą jak wspomniałem były prawie że identyczne z szwajcarskimi (diagramy z chyżości i wstrząsów, mierzonych w μ ($\frac{1}{1000}$ mm)), konstrukcja diagramów średnich i t. p.) nadmieniam, iż dla przeciętnych wartości ustalił Schenck, że wprawdzie obręcze pneumatyczne powodują mniejsze amplitudy drgań, jednakże różnica pomiędzy odchyłkami spowodowanymi masywami Vorwerka a pneumatykami jest bardzo mała, szczególnie przy chyżościach 15 i 25 km/g i wynosi przy nawierzchni bitumicznej maksimum 1 μ , przy bruku drobnym 2 μ , zaś przy nawierzchni tłuczniowej 1 μ . Nieco większe różnice można zaobserwować przy chyżościach 35 i 45 km/godz. Największa różnica wynosiła 6 μ przy masywach wyjeżdżonych, na złej drodze i chyżości 45 km/g. W rezultacie wyraża Schenck zapatrywanie, iż nie uważa by obręcze poduszkowe były dla drogi specjalnie niebezpieczne.

W dalszych swych badaniach zajął się Schenck jeszcze sprawą przyśpieszeń, wywołanych przejazdem samochodu. Wychodzi on mianowicie z tego założenia, że z porównania amplitud otrzymujemy należyty obraz dopiero wówczas, jeśli perjody drgań przy poszczególnych doświadczeniach są jedne i te same. Tutaj jednakże trafiają się bardzo często różnice. Z tego powodu okazuje się koniecznym wciągnąć w orbitę swych zainteresowań również i perjody i to szczególnie wtedy, gdy chce się uzyskać jakąkolwiek świadomość o wielkości sił dynamicznych, na drogę działających. O wielkości tej siły nie stanowi tylko amplituda, ale w znaczniejszej nawet mierze krótkość perjodu. Ponieważ siła jest iloczynem z masy i przyśpieszenia, należy przeto dla jej poznania wyznaczyć to przyśpieszenie z krzywych drgań, które jak wiadomo mają formę sinusoidalną, wedle podanego poprzednio wzoru, iż: $b = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 a$, przyczem a liczy

się w milimetrach, zaś T w sekundach. Już ta sama forma zależności przyśpieszenia w stosunku odwrotnym od kwadratów perodu dowodzi jak ważnym jest zajęcie się tym ostatnim elementem.

Analogicznie jak dla amplitud zestawia Schenck diagramy dla chyżości i przyśpieszeń dochodząc do końcowego wniosku, iż pneumatyki wywołują małe przyśpieszenia, jednakże masywy zbliżają się pod tym względem do nich bardzo, ba nawet w pewnych momentach ukształtują się przy nich przyśpieszenia korzystniej niżli przy pneumatykach. Natomiast obserwuje się wybitny wzrost przyśpieszeń w miarę zużywania się masywów. Największe przyśpieszenia jakie w czasie prób pomierzono wynosiły dla nawierzchni bitumicznej 50 mm/sek^2 , dla bruku drobnego 200 mm/sek^2 , dla nawierzchni tłuczniowej 130 mm/sek^2 przyczem, co ciekawe, daty te przynależą do jazd z pustym samochodem. I pod tym zatem względem nie znajduje Schenck wybitnych różnic pomiędzy masywami a pneumatykami.

Ta część badań Schencka wywołała słusznie bardzo ostrą krytykę¹⁾. Pomijając w niej pewien osobisty moment wynikający z zainteresowania się wyrobami tylko jednej firmy, podnosi krytyka zarzut, iż Schenck porównywał nowoczesne obręcze poduszkowe z przestarzałymi typami pneumatyków o wysokim ciśnieniu pomimo, że już obecnie dostarczane są obręcze powietrzne, które przy obciążeniu jednego koła na 1600 kg posiadają wewnętrzne ciśnienie 4,25 do 6,25 atm.

Jak wiadomo nośność wozu nie zawsze może być wyzyskana. O ile wóz zaopatrzony jest w masywy pełne lub poduszkowe, względnie pneumatyki silnie napompowane, natenczas brak pełnego obciążenia, nie dozwala na utrzymanie koła w spokojnym położeniu i koło zaczyna tańczyć. Wskutek tego występują wstrząśnienia, których się jednak unika przy zastosowaniu balonów o niskim ciśnieniu, które znacznie lepiej przyjmują uderzenia i przy wszystkich stopniach obciążenia wozu leżą na drodze pewniej i spokojniej. Gdyby zatem Schenck był do doświadczeń użył balonów o niskim ciśnieniu okazałoby się prawdopodobnie,

¹⁾ Fischbach u. Stromenger: Untersuchung von Elastikreifen. Verkehrstechnik Nr. 5 i 19 ex 1931 oraz odpowiedź Schencka pod tym samym tytułem Verkehrstechnik Nr. 8 ex 1932.

iż istnieją nietylko większe różnice pomiędzy nimi a masywami, ale również i amplitudy i przyśpieszenia przy balonach dla wypadku jazdy pustej byłyby znacznie mniejsze.

Pewien zasadniczy błąd w badaniach Schencka polegał na tem, iż robił on wszystkie doświadczenia (z wyjątkiem jednego) z nowymi obręczami, co musiało dać w rezultacie obraz nieco zagmatwany. Jest bowiem notorycznie znany fakt, iż obręcze pełne i poduszkowe są najbardziej elastyczne w stanie nowym, natomiast w miarę ich zużywania się tracą własności elastyczności coraz to silniej podczas gdy przy pneumatykach rzecz ma się wprost odwrotnie. Pneumatyk starszy jest znacznie elastyczniejszy od nowego. Prawdopodobnie zatem, gdyby się było do doświadczeń używało obręczy średnio zużytych tak jednego jak i drugiego typu, ostateczne rezultaty wypadłyby nieco odmiennie.

Schenck postawił sobie za zadanie zbadanie również, przy których obręczach zużywa się więcej energii w tych samych naturalnie warunkach w odniesieniu do chyżości i obciążenia. Niestety ta część badań z rozmaitych powodów nie może być uważaną za bezbłędną. W pierwszym rzędzie podnieść należy, że użyto do tego celu nie zwykłego, normalnego motoru wybuchowego, przy którym możnaby pomierzyć bezpośrednio ilości zużytych materiałów pędnych, lecz samochodu z motorem benzynowo-elektrycznym. Przy wozie tym oddawał motor benzynowy energję na generator, który znowu już w formie energii elektrycznej przekazywał ją na dwa elektryczne motory, które uruchamiały koła pędne. Przez wstawienie pomiędzy generator a motor volto—i amperometra uzyskiwało się możność badania energii elektrycznej, potrzebnej do uruchomienia pojazdu,

W pierwszym rzędzie ustalono laboratoryjnie ile z doprowadzonej mocy oddane zostaje przez pojedyncze koła na powierzchnię drogi jako moc użyteczna. Trzeba się bowiem liczyć ze stratami energii wewnątrz motoru, z powodu ugniotu obręczy, oporów tarcia wewnętrznego, wreszcie z powodu oporu powietrza przy obrocie kół. Straty te ustalono w granicach 20 — 26%, doprowadzonej energii. Należy jednakże zaznaczyć, że na samym początku doświadczeń jeden z motorów elektrycznych przepalił się tak, że badania robiono tylko na jednym motorze, co również nie wzbudza zaufania do ostatecznych rezultatów.

Energję elektryczną przerachowywano następnie na KP i zestawiono dla poszczególnych obręczy i nawierzchni szereg diagramów podających związek pomiędzy chyżością a mocą na obwodzie kół przy samochodzie pustym i załadowanym. Z diagramów tych okazało się, że wydatek energii jest większy przy pneumatykach aniżeli przy lepszych obręczach poduszkowych, czego przyczynę usiłowano znaleźć w zwiększonej pracy wewnętrznej wskutek przetaczania się materiałów w obręczy pneumatycznej.

W końcu wykonywano jeszcze doświadczenia z hamowaniem wozu przy rozmaitych chyżościach, albowiem usiłowano w ten sposób uchwycić czynnik bezpieczeństwa w czasie jazdy, jakie dają obręcze poduszkowe i pneumatyczne. Do tego celu wybrano dwie nawierzchnie, mianowicie z asfaltu ubijanego (gładką) i betonu (szorstką). Niestety nie mierzono istniejącego na tych jezdniach współczynnika tarcia posuwistego, albowiem wychodzono z założenia, iż rozchodzi się tutaj tylko o daty porównawcze. Na wybranych drogach oznaczono pewien punkt, przy którym samochód musiał posiadać kontrolowaną przy pomocy stopera chyżość i w momencie przejazdu przez ten punkt wóz zahamowywano. Im droga hamowania była dłuższą, tem naturalnie rezultat wypadal gorszy, co również uwidaczniano z pomocą prostych wykresów, wiążących chyżość z długością drogi hamowania. W rezultacie okazało się, iż przy wszystkich chyżościach (15, 25, 35 i 45 km/g.) tak z wozem pustym, jako też załadowanym obręcze pneumatyczne wymagały dłuższych dróg hamowania, przyczem różnice wahały się w granicach 2—8 m. na niekorzyść pneumatyków.

Nie wdając się w dyskusję co do zasadniczego punktu, mianowicie czy tak prymitywnie pojęte hamowanie, które zależy musi od indywidualnych własności hamującego, jest odpowiednią miarą dla oceny bezpieczeństwa ruchu, zaznaczyć należy, iż właśnie przeprowadzone badania niewiele z pojęciem bezpieczeństwa miały wspólnego, albowiem odbywały się na drogach suchych. Jest pytanie otwarte jakby się były pojedyncze obręcze zachowywały na drodze wilgotnej, śliskiej, na które odpowiedzi badania te niestety nie dostarczyły.

Z przytoczonych względów badania Schencka nie mogą wzbudzać wielkiego zaufania tem więcej, iż stoją w rażącej sprzeczności z badaniami Beckera i Quervaina.

Poruszona już powyżej sprawa ekonomiczności pewnych typów obręczy w odniesieniu do wydatku materiałów pędnych posiada z gospodarczego punktu widzenia doniosłe znaczenie. Niestety jak dotychczas nie posiadamy w tej dziedzinie wystarczającej ilości badań, szczególnie w porównaniu masywów z pneumatykami. Natomiast posiadamy już pewien materiał porównawczy pomiędzy pneumatykami o wysokim a niskim ciśnieniu ¹⁾.

Pneumatykom o niskim ciśnieniu robiono zarzut, iż wprowadzie polepszają one wygodę jazdy i zmniejszają bezprzecnie koszt utrzymania samochodu, jednakże powodują większe wydatki na materiały pędne. Oceniono nawet zwyżkę tę na mniej więcej 25%. Zapatrywania te polegały nie na bezpośrednio przeprowadzonych doświadczeniach, lecz zwyczajnie na później skonstatowanym wydatku materiałów pędnych. Jeżeli się jednak zważy, że na ten wydatek mają wpływ najrozmaitsze czynniki, jeżeli tylko przytoczymy przykładowo różnicę obciążenia, spadki i wzniosy, wiatr, stosunki atmosferyczne, stan drogi itp., natenczas dojść musimy do przekonania, że w ten sposób uzyskane daty nie mogą budzić zaufania. Szczególniej trzeba zwrócić uwagę na ostatni podany czynnik t. j. stan drogi, gdyż dla zupełnie identycznych warunków w odniesieniu do samochodu otrzymamy zupełnie inne daty dla drogi dobrej, a inne dla złej.

Przed laty postawiono tę kwestję w Stanach Zjednoczonych nieco odmiennie; mianowicie badano w jakich warunkach uzyskać można przy dopuszczalnym największym obciążeniu motoru maksymalną chyżość, czy przy użyciu masywów czy też pneumatyków? Otrzymywano daty najrozmaitsze, często wzajemnie sprzeczne. Sprzeczności te wyjaśniły się później gdy zrozumiano przyczynę strat, powstających w obręczach, oraz wpływ jezdni. Mianowicie na wyjątkowo dobrych i równych drogach wydatek materiałów pędnych jest mniejszy przy masywach, albowiem strata mocy na kole spowodowana ugniotem obręczy z powodu stosunkowo małych zmian ze względu na gładkość drogi jest przy masywach nieznaczną. Znacznie silniej

¹⁾ Ing. Stromenger, Dr. G. Weber i Ing. Fischbach: Einfluss der Höhe des Reifenluftdruckes auf den Brennstoffverbrauch bei Kraftomnibussen. Verkehrstechnik Nr. 38 ex 1931.

resorujące pneumatyki zużywają więcej energii na pokonanie wewnętrznej pracy przy ugnioście, złączonej z przesuwaniem się pojedynczych części obręczy między sobą. Rzecz tę zmienia się jednakże na drodze złej, nierównej. Tutaj pneumatyki zastosowują się znacznie lepiej do nierówności drogi, pionowe ruchy osi wozu są znacznie mniejsze niżli przy obręczach pełnych i w rezultacie zmniejsza się przy pneumatykach wydatek materiałów pędnych.

Już przed wojną, w latach 1912—13 robił dr. E. Bobeth ¹⁾ podobne doświadczenia na Politechnice w Dreźnie. Dodać jednakże należy, iż z doświadczeń tych obecnie niewiele możemy wykorzystać, albowiem ówczesne obręcze gumowe nie mogą być porównane z dzisiejszemi. W pierwszym rzędzie wstawki płócienne były podówczas pełne, podczas gdy obecnie używa się wstawek siatkowych, które czynią ściankę obręczy ruchliwszą i poddatniejszą. Bobeth robił doświadczenia laboratoryjne umieszczając tylne koła samochodu osobowego na bębnach i mierząc przy puszczeniu motoru w ruch wielkość energii. Okazało się, że przy zupełnie gładkich bębnach obręcze o niższym ciśnieniu powodowały większy wydatek materiałów pędnych niżli przy ciśnieniach wyższych. Natomiast otrzymywał rezultaty odwrotne, gdy na bębnach umieszczał sztuczne przeszkody.

W r. 1925 robiła próby z pneumatykami o niskim i wysokim ciśnieniu jedna z berlińskich fabryk akumulatorów, która chciała wypuścić na miasto dorożki samochodowe elektryczne. Próby te robione już były na drodze, przyczem wybrano jezdnie dobre i zniszczone. Przy próbach tych okazało się, że pneumatyki o niskim ciśnieniu (2 1/4 — 2 3/4 atmosfer) zużywały w akumulatorach mniej energii niżli o wysokim ciśnieniu (4 atmosfer). Brak było również doświadczeń z balonami. Przy tych typach nie można było polegać na zresztą dość sprzecznych doświadczeniach z pneumatykami normalnymi, albowiem ma się tu do czynienia z inną masą tej części ścianki opony, która bierze udział w pracy przy przetaczaniu się poszczególnych części w czasie ruchu; nadto procentowy ugniot tych obręczy jest zupełnie inny.

Doświadczeniami tymi zajął się z końcem roku 1930 Tech-

¹⁾ Dr. E. Bobeth: Die Leistungsverluste und die Abfederung von Kraftfahrzeug. Berlin 1913.

niczny Wydział niemieckiego Związku Towarzystw Autobusowych w Dortmundzie, który je przeprowadził w Nadrenji na drodze Dinslaken-Friedrichsfeld 5 km. długiej. Jezdnia tej drogi była z makadamu maziowego i znajdowała się w stanie dobrym. W trakcie tych doświadczeń okazało się, że na poruszone zagadnienie oprócz momentów już poprzednio wskazanych mają wpływ jeszcze inne, o których dotychczas mowy nie było, mianowicie wielkość profilu i konstrukcja wewnętrzna balonów, a więc ilość wkładek tkaninowych. Jako materiału pędnego dla motoru o 55 KP użyto mieszanki benzolu i benzyny w stosunku 4 : 6. Badano wozy obciążone i puste. Jazdy odbywały się w obu kierunkach tam i z powrotem, a dla wyeliminowania wpływu wiatru i nieznacznych zresztą spadków wypośredkowano średnią ilość zużytych materiałów pędnych w obu kierunkach. Ponieważ próby przeprowadzono dla zdecydowanie praktycznego użytkowania (omnibusy), przeto zachowano pewne podobieństwo prób do istotnej jazdy, polegające w tem, że po ujechaniu każdych 1000 m. zatrzymywano samochód na 10 sekund. Do badań użyto dwu typów obręczy pneumatycznych mianowicie o ciśnieniu 7 i $4\frac{3}{4}$ at., zaś chyżość pojazdu była stale ta sama. Rezultatem prób było stwierdzenie, iż obręcze o niższym ciśnieniu wymagają stale większego wydatku materiałów pędnych, przyczem wzrost ten dochodził do granicy 4,3%. Wyniki te zostały zakwestjonowane przez niektórych członków Komitetu z zarzutem, że pomimo całej staranności w przeprowadzeniu prób nie potrafiiono się ustrzec błędów, wynikających z wpływów atmosferycznych. Z tego powodu zdecydowano się na przeprowadzenie ponownych prób w laboratorium T. A. Continental-Gummiwerke, przy puszczeniu samochodu w ruch na bębnach pomiarowych. Korzystając z okazji przeprowadzono równocześnie próby przy imitacji jezdni gładkiej i nierównej w ten sposób, iż koła samochodu toczyły się najpierw po gładkim bębnie, następnie zaś po zaopatrzonym w 1, 2 lub 3 garby. Badano również wpływ wysokości garbów, urządzając raz przeszkody 15 mm. wysokie, drugi raz o wysokości 25 mm. Wreszcie próby z garbami zróżniczkowano w uwzględnieniu wielkości obciążenia samochodu. Użyta chyżość wynosiła 37 km/g. zaś ciśnienie obręczy 7 atm. i 3 atm.

I tutaj podobnie jak poprzednio stwierdzono, że obręcze o niskim ciśnieniu przy drodze równej wymagają większego zużycia materiałów pędnych w granicach 2 — 3%; o ile jednak ruch odbywa się na drodze nierównej (garby) zanikają wszelkie różnice pomiędzy przyjętymi do prób obręczami.

Jeżeli zatem z praktycznego punktu widzenia weźmiemy pod uwagę fakt, iż normalny samochód nie jeździ po drodze zupełnie równej lecz z reguły pokonywa pewne wyniosłości i wklęsłości, natenczas uwzględniając wygodę jazdy i koszt utrzymania wozu, należy przyznać obręczom o niskim ciśnieniu pierwszeństwo pod względem ekonomji.

W związku z ekonomją ruchu zastanawiano się również nad ustosunkowaniem się długości okresu istnienia obręczy samochodowych do chyżości jazdy. Badania nad tym dylematem przeprowadziła niedawno jedna z poważnych fabryk opon samochodowych, jednakże niestety tylko w odniesieniu do obręczy pneumatycznych¹⁾. Okazało się przytem, iż najdłuższy okres istnienia mają pneumatyki używane ze średnią chyżością, leżącą w granicach 40 — 50 km/g. Przy podwyższeniu chyżości do 80 km/g zużycie obręczy powiększa się prawie dwukrotnie w stosunku do poprzedniego. Przy przekroczeniu granicy 100 km/g wzrasta zużycie obręczy niezmiernie intensywnie a przy osiągnięciu 145 km/g skonstatowano takie same zużycie na przejechanej długości 540 km jakie wykazały identyczne obręcze przy 40 km/g na długości 80 000 km. Są to daty z punktu widzenia drogowego o tyle ważne, iż niezapreczenie równoległe z zużywaniem się obręczy postępuje niszczenie nawierzchni drogowej. Jest rzeczą zatem dużej rozważli, czy dzisiejszy liberalizm w kierunku zupełnego nieograniczania chyżości pojazdów osobowych, zaopatrzonych w obręcze pneumatyczne na wolnej przestrzeni jest odpowiedni z uwagi na ochronę nawierzchni drogowej.

Nawiasem dodaję, iż wspomniane powyżej badania wykazywały również znacznie silniejsze, mniej więcej o 30% zużywanie się obręczy pneumatycznych w lecie niżli w zimie.

Opisane dotychczas badania wykazują naogół znacznie dodatniejszy wpływ na drogę obręczy pneumatycznych, niżli maszywów czy to pełnych czy nawet poduszkowych, jakkolwiek

¹⁾ L. Betz: Die Bereifungsfragen beim Lastkraftwagen.

bezsprzecznie te ostatnie zbliżają się raczej więcej ku pneumatykom niżli pełnym.

Dodać należy, co w badaniach nie zostało należycie uwzględnione, iż na elastyczność obręczy gumowych ma również wpływ temperatura zagrzania się w czasie ruchu. Wpływ ten jest o tyle ważny, iż przy masywach obręcz przy wzroście temperatury staje się bardziej elastyczna, natomiast pneumatyki wskutek wzrostu wewnętrznego ciśnienia, wywołanego podnoszeniem się temperatury tracą nieco na elastyczności. Jeżeli zatem chodzi o utrzymanie pewnej stałej granicy elastyczności, to i pod tym kątem widzenia mają przewagę pneumatyki, albowiem przez odpowiednie zmniejszenie zewnętrznego ciśnienia jest przy nich pewna możliwość regulowania elastyczności obręczy. Dla automobilisty jest rzeczą dostatecznie dobrze znaną, iż w okresach upalnych napompowuje się pneumatyki nieco słabiej niżli w chłodnych z uwagi właśnie na powyżej wspomniany moment. Skonstatowano również, że na elastyczność masywów ma wpływ ich wiek¹⁾ nawet wtedy gdy nie były używane. W pewnym wypadku wykazywał nowy masyw, który poprzednio jednak leżał w magazynie przez pół roku podrzuty o 14 do 19% większe aniżeli w tych samych warunkach identyczny egzemplarz, jednakże zupełnie świeży.

Jeżeli nadto dodamy, że niezbadane dotychczas zmęczenie materiału wskutek obrotu kół musi bezsprzecznie jaskrawiej występować tam, gdzie ilość gumy jest większą, natenczas i pod tym względem okaże się wyższość pneumatyków nad masywami.

Nowym typem, który się obecnie okazał i zaczyna zdobywać szczególnie w Ameryce coraz szersze uznanie są nadbalony z silnie powiększoną przestrzenią powietrzną i bardzo małym ciśnieniem wewnętrznym²⁾. Z uwagi, iż już poprzednio używane one były przy aeroplanach, noszą również nazwę obręczy lotniczych. Główną ich zaletą jest nadzwyczajna zdolność przystosowania się do drogi czyli wchłaniania istniejących na drodze przeszkód bez podrzutów osi i wozu. Obniżają one do możliwych granic drgania resorów i dają w rezultacie jazdę

¹⁾ Dr. Inż. R. Ulrich: Reifenfragen. Auto und Strasse. Berlin 1927.

²⁾ B. v. Lengerke. Der neue Überballon-Reifen. Strassenbau und Strassenunterhaltung Nr. 13 ex 1932.

miękką i łagodną. Natomiast wykazują tę ujemną stronę, iż posiadając znacznie zwiększoną powierzchnię zetknięcia się z drogą, powiększają niebezpieczeństwo, związane z ssaniem nawierzchni drogowej. Będą one zatem zdaje się bardziej celowe do użycia przy nawierzchniach monolitowych, natomiast niebezpieczne na zwykłych jezdniach tłuczniowych, które na ssanie pokładu są bardzo czułe.

Wiemy z doświadczenia, iż niektóre nowoczesne nawierzchnie drogowe są dla ruchu niebezpieczne z powodu swej gładkości czyli innemi słowy małego współczynnika tarcia posuwistego. Do tych należy np. jezdnia z asfaltu ubijanego. Naturalny stan chwytności takich nawierzchni pogarszają jeszcze często warunki atmosferyczne, a w miastach zawsze warstewka pasty, która wytwarza się z pyłu drogowego, smarów, benzyny i t. p. W miarę malenia wspomnianego współczynnika maleje również bezpieczeństwo jazdy, a za wszystkie z tego powodu powstałe wypadki czyni się prawie z reguły odpowiedzialną drogą pomimo, że współczynnik ten zależy przecież tak samo od drogi, jak i od rodzaju i stanu obręczy gumowej. Z tego powodu już od dość dawna silono się na przeprowadzenie na wozie takich zmian, któreby zapobiegnać mogły poślizgowi i umożliwiły prędkie i pewne hamowanie. Wszelkie wysiłki w tym kierunku, z których najważniejszym jest powiększenie powierzchni zetknięcia się między hamulcem a kołem, nie doprowadziły jednak do pożądanego rezultatu, gdyż wielkość oporu jest zależną od ciężaru wypadającego na oś pędną i współczynnika tarcia a żaden z tych elementów przez zmiany konstrukcji wozu pomniejszony być nie może. Możliwość uzyskania większej siły hamowania złączoną jest z powiększeniem współczynnika tarcia posuwistego i w tym kierunku osiągnięto już piękne rezultaty w odniesieniu do nawierzchni drogowych. Obecnie jednak wysiła się również i przemysł gumowy na najrozmaitsze pomysły, mające na celu nadanie obręczom więcej szorstkości¹⁾.

Mimoходом zauważyć należy, że wogóle w fabrykacji obręczy daje się zauważyć olbrzymi postęp. Jeżeli wspomnimy czasy wojenne a nawet okres powojenny i porównamy je z czasami obecnymi, to stwierdzić musimy wprost olbrzymie powięk-

¹⁾ Inż. E. Gerlach: Rutschsicheren Autoreifen. Die Strasse Nr. 19 ex 1932.

szenie tak wytrzymałości obręczy, jak też okresu jej istnienia. Przecież niedawno jeszcze 20 000 km sprawności obręczy uchodziło wprost za szczyt marzeń, tymczasem dzisiaj mamy już do dyspozycji obręcze, które wytrzymują dwu a nawet trzykrotnie większą długość jazdy. Powiększenie trwałości obręczy przez poprawę materiałów, zwiększyło jednak niewątpliwie niebezpieczeństwo związane z łatwą zdolnością przesuwania się obręczy po drodze, na które usiłowano wprawdzie zareagować przez stosowne profilowanie powierzchni biegu, co jednak pomaga tylko na krótki czas, albowiem w miarę jazdy profile te się zjeżdżają. Wysuwa się zatem najprostszą kombinacją, by przeprowadzić stosowne zmiany struktury gumy użytej do wyrobu obręczy, celem uzyskania najbardziej szorstkiej powierzchni biegu. Ta droga doprowadziła do wynalazku opatentowanego jako „Azo” a polegającego na tem, by do gumy dodać piasku kwarcytowego w ilości 10—30% o ziarnie poniżej 1 mm i przy zastosowaniu możliwie jednostajnej granulacji. Narazie typ ten został zastosowany tylko przy wulkanizacji obręczy, podobno jednak niema istotnych przeszkód do wykonywania tym sposobem zupełnie nowych obręczy. Preparacja masy wulkanizacyjnej przeprowadzoną jest w ten sposób, iż najpierw otacza się ziarenka kwarcu roztworem gumy, a dopiero następnie miesza się je z masą gumową. Warunkiem zasadniczym jest naturalnie to, by tkanina wewnętrzna była zdrową. Przed wulkanizacją uwalnia się starą obręcz aż do warstwy protektora od zniszczonej gumy i po nałożeniu cienkiej warstwy pośredniej nakłada się preparat „Azo”. Przeprowadzone dotychczas praktyczne próby wykazały, że tak naprawiona obręcz wytrzymuje często podwójną długość jazdy.

Z obręczami w ten sposób renomowanymi przeprowadzono również szereg prób porównawczych, odnoszących się do długości hamowania, a co zatem idzie do wyznaczenia współczynnika tarcia posuwistego, dla nawierzchni tego typu jak asfalt ubijany, makadam maziowy, askalit i beton. Porównanie przeprowadzono ze znanymi obręczami marki „Goodyear” dla chyżości 30, 40 i 50 km/g. Obręcze przygotowane do próby były częściowo zużyte, próby przeprowadzono zaś na nawierzchniach wilgotnych. W rezultacie okazało się, iż przy trzech pierwszych typach nawierzchni przeciętny wzrost współczynnika

tarcia dla typu „Azo” wynosił 20 do 24%, natomiast na betonie współczynnik ten zmalał o 1%. Naogół widzimy zatem możliwość, przy użyciu tych obręczy znacznego skrócenia drogi hamowania, co wybitnie powiększa bezpieczeństwo jazdy.

Usiłowania w kierunku specjalnej preparacji gumy są kontynuowane w dalszym ciągu. Znana firma „Continental” wypuściła w handel nowy typ t. z. „T” obręczy, w których również masa gumowa jest bardziej szorstka niżli przy normalnym wyrobie. Przebieg produkcji jest podobno nieco odmienny od poprzedniego, nadto wykonują się tym sposobem obręcze zupełnie nowe.

Podobny cel, mianowicie ustalenie współczynnika tarcia posuwistego usiłują uzyskać przez stosowne przekształcenie powierzchni biegu koła. Zwykły bowiem profil wyjeżdża się po pewnym czasie na gładko, wskutek czego koło ulec może poślizgowi. Ażeby i na ten okres gładkości, który trwa mniej więcej $\frac{1}{3}$ okresu istnienia obręczy, zabezpieczyć jej odpowiednią szorstkość, próbowano uzyskać podwójne profilowanie w ten sposób, iż pod pierwszym, głównym wykonywano prostopadle do osi koła nawiercenia, któreby po zaniknięciu wskutek jazdy pierwszego profilowania nadawały obręczy odpowiednią chropowatość. Przy tego rodzaju ujęciu sprawy obręcz posiada przez cały okres swego istnienia w przybliżeniu jeden i ten sam współczynnik tarcia, niema tu jednak możliwości jego powiększenia.

W końcu wymienić należy również niedawno opatentowany wynalazek inż. Kőnninga polegający na wykonaniu specjalnego protektora zaopatrzonego na powierzchni biegu w ssąco działającego wgłębienia, który może być stosunkowo łatwo założony na każde koło i to ewentualnie tylko w miarę potrzeby np. w czasie pory wilgotnej. W ten sposób umożliwiające jest używanie starych obręczy bez potrzeby wulkanizacji. Dotychczas wykonane próby wykazały, iż koła zaopatrzone w podaną osłonę wykazują najmniejszy poślizg w stosunku do innych badanych typów.

Jak widzimy zatem usiłowania w kierunku powiększenia współczynnika tarcia posuwistego przez stosowną konstrukcję powierzchni biegu nie ustają i jakkolwiek dzisiaj jeszcze trudno o wydanie w tej sprawie ostatecznego osądu niemniej jed-

nak wskazują, że bezpieczeństwo jazdy należy nie tylko od rodzaju i stanu jezdni, ale przyczyniają się do niego również czynniki związane z konstrukcją obręczy.

* * *

Reasumując poprzednio podane wyniki badań nad obręczami samochodów ciężarowych, trzeba wskazać na wybitne znaczenie użycia obręczy pneumatycznych, celem ochrony nawierzchni drogowej przeciwko uderzeniom pionowym. Stosunkowo dość blisko nich stoją najrozmaitszego rodzaju obręcze poduszkowe, których konstrukcja tak co do ukształtowania najkorzystniejszego przekroju poprzecznego, jak również co do dobroci materiału gumowego udoskonala się wprost z dnia na dzień. Natomiast bardzo niekorzystne rezultaty w odniesieniu do drogi osiąga się przy użyciu obręczy pełnych, które z reguły natężają drogę ponad jej możliwość i to z natury rzeczy tem silniej, im w bardziej uszkodzonym stanie znajduje się jezdnia.

Jeżeli porównamy zatem oddziaływania na drogę poszczególnych typów obręczy, natenczas wysuwa się poważna wątpliwość czy uwzględnienie tego czynnika w ustawie o Państwowym Funduszu Drogowym w sposób jaki widzimy w Art. 6 było słuszne. Mam wrażenie, iż należałoby się zastanowić nad przeprowadzeniem pewnej, bardziej szczegółowej klasyfikacji świadczeń, wynikających z powyższej ustawy w zależności od rodzaju użytych przy samochodzie obręczy.

Z przebiegu doświadczeń okazuje się nadto, iż wpływ obciążenia samochodów jest podrzędniejszej natury, natomiast znacznie silniejszy jest wpływ chyżości, lecz tylko w odniesieniu do obręczy pełnych i poduszkowych. Obręcze pneumatyczne w praktycznym znaczeniu słowa nie wymagają ograniczenia chyżości jazdy. I tutaj zatem należałoby w przyszłości przy ewentualnej nowelizacji rozporządzenia o ruchu pojazdów mechanicznych na drogach publicznych zastanowić się nad sprawą nieco odmiennego sformułowania ustępu 2 §. 37¹⁾.

Ciekawą jest sprawa wstrząsów, wywoływanych przejazdem wozów motorowych. Jak przeprowadzone badania wyka-

¹⁾ Pisane jeszcze przed publikacją rozporządzenia Min. Komunikacji i Spraw Wewn. z 15 stycznia 1933 (D. U. R. P. Nr. 9).

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 leży 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.

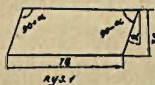
Do napisania tego artykułu natchnął autorów opis patentowanej nawierzchni z bloków betonowych, wykonanej na Śląsku a opisaney w Nr. 12 czasopisma „Cement” z 1932 r.

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-

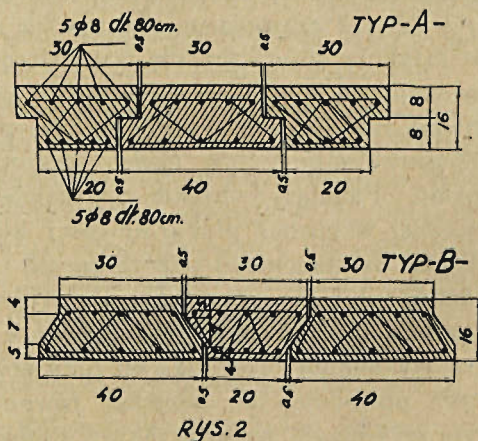
nej wytwórni w pobliżu np. żwirowni; podczas dojrzewania betonu łatwiej je można umieścić w takich warunkach, aby dojrzewanie mogło się odbywać normalnie; jednym słowem elementy nawierzchni możemy otrzymać jednolitej wartości technicznej. Wreszcie nawierzchnia ułożona z bloków niewielkich wymiarów po zalaniu szczelin specjalną masą bitumiczną nie będzie się obawiała pęknięć 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)



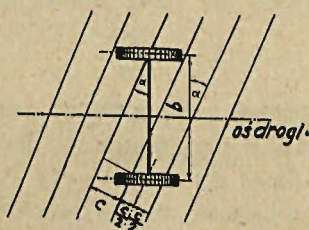
w przekroju poprzecznym zaś kształt prostokątny (typ A) lub też trapezowy (typ B) (rys. 2).



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 wien 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 dyłowanych drogach, o ile dylina ułożona jest prostopadle do kierunku ruchu. Dlatego też rzędy bloków — na podstawie praktyki dróg dyłowanych 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:

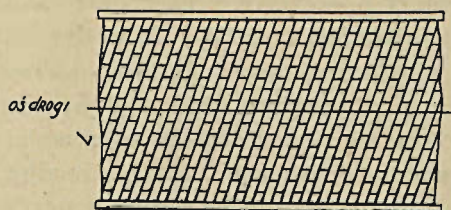
$$15^{\circ} 30' < \alpha < 23^{\circ} 40'$$

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

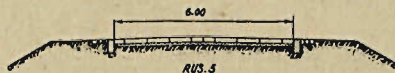
Długość całego rzędu bloków przy kącie pochylenia „ α ” i szerokości jezdni drogi „B” otrzymamy ze wzoru:

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

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.



RYS. 5

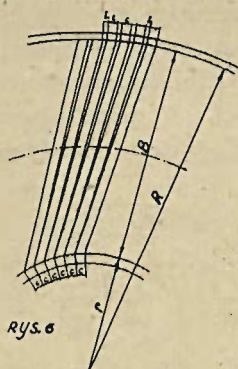
Pewne trudności w ułożeniu bloków nasuwają się przy ich układaniu na łukach. Przedewszystkiem, wobec tego że zewnętrzna krawędź jezdni drogi na łuku jest dłuższa od krawędzi wewnętrznej, nie może być tu zachowana równoległość poszczególnych rzędów bloków.

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:

$$\delta c = c \left(\frac{R}{r} - 1 \right) \quad \text{gdzie} \quad (3)$$

- 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 lepszca, 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).



Rys. 7

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

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

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:

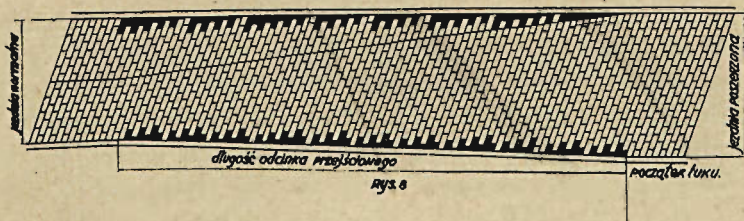
$$\alpha = 45^\circ$$

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

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

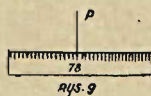
Na łukach o jezdni poszerzonej, zaprojektowanych zgodnie z przepisami b, Ministerstwa Robót Publicznych, nawierzchnia z bloków betonowych winna być układana, jak na rys. 8.

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). Sprawdźmy naprężenie w bloku o węższej podstawie.



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

$$p = \frac{4000}{78 \cdot 20} = 2,56 \text{ kg/cm}^2$$

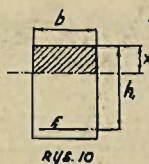
Największy moment gnący w przekroju pod kołem samochodu wyniesie

$$M = 2,56 \times 20 \times \frac{39^2}{2} = 38900 \text{ kg/cm.}$$

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

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

$$F_2 = 5 \phi 8 = 2,5 \text{ cm}^2$$



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

$$= \frac{15 \cdot 2,5}{30} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 30 \cdot 14}{15 \cdot 2,5}} \right) = 4,8 \text{ cm}$$

napężenie w betonie

$$\delta_h = \frac{2 M}{b \times \left(h_1 - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 38900}{30 \cdot 4,8 \left(14 - \frac{4,8}{3} \right)} = 43,7 \text{ kg/cm}^2$$

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 giętkich, 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 wyrobionych 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 innowacji. — trochę motoryzacji, trochę elektryfikacji — i nic więcej, wszystko pozostało jak przed dziesiątkami 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.

W stosunku do ogólnego przemysłu krajowego drogi zużywają: połowę produkowanego kamienia, czyli 76 milionów tonn rocznie, cztery dziesiąte piasku wydobywanego, czyli 41 milion. tonn, połowę żwiru, czyli 60 milionów tonn rocznie w Stanach Zjednoczonych 70 milionów tonn cementu, (ogólna cyfra St. Zj. wynosi 127) połowę asfaltu z ogólnej ilości 5 milionów tonn.

Pozatem w tychże Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej wydaje się jeszcze rocznie na budowę maszyn drogowych 50 milionów dolarów.

(K. F.).

II. Doświadczalnictwo drogowe.

1. Asphalt und Teer Strassenbautechnik Nr. 7. — 15 lutego 1933 r. Redakcyjny artykuł: *Nowa droga doświadczalna pod Vincennes*. (1 rys.).

Na próbnym odcinkach nowej drogi pod Vincennes są dokonywane doświadczenia z wojskowymi wozami na dętych i na pełnych gumowych oponach.

Nawierzchnię wykonano 22 rozmaitych rodzajów.

Próby dokonuje się co do zużycia drogi, stosując różne ciężary i szybkości, ponadto bada się też i siłę wywoływanych wstrząsów.

(K. F.).

VII. Bruki kamienne.

1. Steinindustrie Nr. 5 — 6. 16 lutego 1933 r. G. Feuerer. *Długotrwałość kostki kamiennej ułożonej na drogach*. (2 str.).

Przy wybieraniu nowej nawierzchni wychodzi się dzisiaj przedewszystkiem z punktu widzenia, co jest gospodarczo najbardziej racjonalnem. Dobra kamienna kostka zużywa się wyjątkowo powoli i nie psuje się zupełnie ani od wilgoci, ani od mrozu.

Najdłuższy termin, w którym jezdnia z kostki kamiennej zachowała się w zupełnie dobrym stanie jeszcze nie dał się ustalić, gdyż układanie kostki na irtwałem i mocnem podłożu rozpoczęto dopiero w latach 1867 — 1877.

Dopiero po 1850 roku zaczęto układać pierwsze jezdnie z tak zwanych kocich łbów. Dopiero po 1870 r. zjawily się pierwsze równobokie kostki.

Podłoże nie czysto piaskowe lecz twardsze po raz pierwszy zastosowano w 1884 r. mianowicie robiąc je z betonu a fugi między kostkami zalewając cementem. Aby uniknąć hałasu i wstrząsów fugi te od 1908 r. zalewa się już tylko asfaltem.

Autor podaje odcinki ulic z kostki granitowej o wielkim ruchu, które zachowały się w najzupełniej dobrym stanie przez czas lat 48, 44, 39 a przy średnim ruchu 46, 48, 45.

Cytuje również inne przykłady, gdzie bazaltowa kostka układana nawet tylko na piasku zachowała się w zupełnie dobrym stanie przy wielkim ruchu 45, 48, 43 lata — przy średnim ruchu 48, 51 i 45 lat i przy małym ruchu 43 lata.

Bazalt ułożony na betonie w dwóch wypadkach dotrwał do dziś w zupełnie dobrym stanie przez 41 lat przy bardzo wielkim ruchu.

Drobną kostkę zaczęto po raz pierwszy stosować w r. 1894. Układanie na piasku dało jezdnię nie zupełnie trwałą. Dopiero w latach 1902 — 1905 zaczęto ją układać na trwałem podłożu. (K. F.).

IX. Drogi betonowe.

1. „Cement” Nr. 2. Inż. Stanisław Altman. Duromit. (str. 3 rys. 6 fot. 5).

Stosowany do nawierzchni drogowych beton winien prócz znacznej wytrzymałości wykazywać dużą odporność na ścieranie i małą nasiąkliwość. Do tego potrzebnem jest przede wszystkim twarde kruszywo, przynajmniej dla warstwy górnej, narażonej na bezpośrednie działanie ruchu oraz czynników atmosferycznych. Dla tego stosują zwykle kruszywo z granitu, bazaltu i t. p. pierwszorzędných materiałów kamienných. W wypadkach, gdy sprowadzanie tego gatunku kamienia do kruszywa kalkuluje się zbyt drogo, autor zaleca stosowanie zaprawy zewnętrznej wzgl. kostek betonowych z użyciem do górnej warstwy zastępczego materiału kamiennego do kruszywa t. zw. duromitu. Składa się duromit z ziarn kwarcu, odpowiednio uziarnionego, oraz z drobnych ziarn karborundu i korundu. Duromit zawiera przeważnie (ok. 90%) części nierozpuszczalnych w kwasie solnym, głównie czystą, stopioną i skryształizowaną masę glinu o zawartości tlenku żelaza i ziarna kwarcu. Materiały składowe duromitu posiadają twardość 7 — 9 według skali Mohsa. Należyte uziarnienie zapewnia zarówno znaczną wytrzymałość, małą ścieralność i praktyczną nieprzepuszczalność.

Kostki duromitowe składają się z 3 warstw przy zasadniczych wymiarach $20 \times 15 \times 15$ cm., a mianowicie: a) dolna 10 cm. grub. o mieszaninie cementowej 1:5 na zwyczajnem kruszywie b) środkowa 4 cm. gruba o mieszaninie 1:3 również na zwyczajnem kruszywie i c) górna, duromitowa, jako zaprawa o grubości 1 cm. z mieszaniny 1:1. Jedna kostka, tak skonstruowana waży 9 kg.; na 1 m. kw. bruku potrzeba 30 kostek. Kostki wyrabia się maszynowo. Układanie kostek odbywa się zupełnie tak samo, jak zwykłej kostki regularnej kamiennej.

Kostka duromitowa może być ułożona bądź na piasku, bądź też na warstwie wyrównawczej z chudego betonu; szczeliny zalewa się emulsją bitumiczną albo też zaprawą cementową na piasku w stosunku 1:3.

Dotychczas duromit zastosowano w Polsce: w miasteczku Goleszowie na Górnym Śląsku, na ul. do stacji filtrów w Warszawie.

(K. K.).

X. Drogi asfaltowe i smołowe.

1. Bulletin de l'association Internationale permanente des congres de la route Nr. 85. Styczeń — luty 1933 r. *Sposoby użycia mączki asfaltowej we Włoszech.* (2 str.).

Wobec dużej ilości skał wapienno-asfaltowych we Włoszech Azienda Autonoma Statale della Strada zaczęła zajmować się próbami stosowania mączki z tych skał na zimno w ten sposób, że się dąży do doprowadzenia

do ścisłego połączenia tłucznia podłoża z asfaltu mączką zapomocą specjalnego płynnego betonu, otrzymanego w drodze kondensowania na gorąco asfaltowych skał.

Poważne studia w tej mierze ostatnio rozpoczął Istituto sperimentale Stradale del Turing-Club Italiane del R. Automobile Club Italiano.

(K. F.).

XI. Mosty.

1. Engineering News Record Nr. 5. 2 lutego 1933 r. *Most San-Francisko — Oakland.*

Zostało zdecydowane wybudowanie olbrzymiego mostu nad zatoką morską który miałby połączyć San-Francisko z Oaklandem. Przyznano na ten cel kredyt 75 milionów dolarów z tem, że most zostanie wykończony na 1937 rok.

Most będzie się składał z trzech przęseł przerzuconych przez zatokę morską San-Francisko, z nich jedno przęsło ma być rozpiętości 1.150 stóp, a dwa drugie po 2.300 stóp.

Następnie na skalistej wyspie ma być wybudowany tunel, który by stanowił dalszy ciąg jezdni tego mostu. — tunel długości 500 stóp.

Po drugiej stronie tunelu znów zaczynał by się most przez kanał morski o jednym przęśle rozpiętości 1.400 stóp oraz kilka drobniejszych.

Na jezdni mostu ma się mieścić w szerokość 6 pojazdów.

Ma być jeszcze druga jezdnia dla 2 szybkich linii tranzytowych oraz dla ruchu ciężarowego.

(K. F.).

2. Proceedings of the American Societe of civil Engineers. Luty 1933 r. Inż. J. C. Evans: *Dojazdy do mostu Waszyngtona.* (39 stron. 17 planów. 10 fot.).

Most J. Waszyngtona ma za zadanie skoncentrować na sobie olbrzymi wprost ruch. wobec czego było zadaniem wielkiej wagi odpowiednio skonstruować dojazdy do niego:

Wybudowane zostało cały szereg ślimaków, mostów, nasypów, a nawet tuneli, aby umożliwić ruch pojazdów w najrozmaitszych kierunkach i uniknąć przecinania się dróg w jednym poziomie.

(K. F.).

XIII. Ruch na drogach, znaki drogowe i zadrzewianie dróg.

1. Roads and Streets Nr. 22. Profesor C. C. Willey: *Jak umieszczać drogowe znaki by były w nocy wyraźnie widzialne.* (4 str. 10 fot.).

Autor artykułu opisuje szczegółowe badania przeprowadzane przy przejeżdżaniu z różnemi szybkościami obok rozmaitych znaków drogowych pociemku przy oświetleniu ich tylko latarniami samochodu, dokonane przez zastosowanie fotografowania w tem oświetleniu.

Autor wnioskuje, iż najlepiej jest, gdy środek tablicy znajduje się na wysokości 3 — 4 stóp po nad poziomem jezdni oraz, gdy napis widzialnym jest już z odległości 150 stóp: w tym ostatnim bowiem razie widzi się go w ciągu 2.1 sekundy przy szybkości 40-u mil na godzinę.

(K. F.).

2. Roads and Road Construction Nr. 122. Kapitan W. J. Liberty. *Sygnaty świetlne* (3 str. 8 fot. 2 rys.).

Opierając się na próbie dokonanej w Londynie na Oxfordstreet oraz na próbach w Manchester autor uważa, że najdogodniejszym systemem automatycznej sygnalizacji świetlnej jest ustawienie na chodnikach przy jezdni na skrzyżowaniu ulic 4-słupów w miejscach gdzie pojazd winien się zatrzymać.

Autor załącza rysunki tego jak z którego punktu daje się zobaczyć sygnał świetlny.

Z pośród rozmaitych systemów używanych lamp najdogodniejszemi są te, które jednocześnie dają sygnał widzialny z trzech rozmaitych stron.

Autor dorzuca praktyczną radę, że w miejscach gdzie się stosuje świetlne sygnały winny być usunięte z witryn sklepowych wszystkie światła czerwone i zielone jak również i lustra. (K. F.)

XVIII. Różne.

1. „Cement” Nr. 112 1933 r. Tadeusz Kałkowski, Katowice. *Torkretnictwo (betonowanie pod ciśnieniem) i jego zastosowanie w budownictwie* (Str. 4 i 2, fot. 4 i 8, rys. I i I).

Torkretnictwo ma zastosowanie w budownictwie mostowem, gdy zachodzi potrzeba pogrubienia większych powierzchni konstrukcji betonowych i żelbetowych, otynkowania filarów i temu podobnych robotach przeważnie konserwacyjnych. Przypomina się, że metoda betonowania pod ciśnieniem sprężonego powietrza (t. zw. torkretowanie) i przeprowadzenie napraw istniejących betonowych konstrukcji stanowi obecnie obszerny i poniekąd zamknięty dla siebie dział żelbetnictwa, któremu daje specjalną nazwę torkretnictwa. Sposób ten wynaleziono w Ameryce przed 25 laty, ale dopiero po wojnie dociera on do krajów europejskich. Prace torkretnicze opierają się na użyciu specjalnej aparatury torkretniczej, obsługiwanej przez fachowców-torkretników. Główną częścią armatury jest torkretnica, w której wytwarza się torkret-beton natryskiwany (spitzbeton) o specjalnych cennych właściwościach, nadający się do otynkowania, i pokrycia konstrukcji już istniejących. Proces torkretowania składa się z 3 części, a mianowicie:

- a) tworzenie betonu suchego w miejscu magazynowania jego składników
- b) transportowanie betonu z miejsca tworzenia na miejsce betonowania
- c) betonowanie.

W torkretnictwie dzięki pomyślnej aparaturze granicy pomiędzy poszczególnymi czynnościami zanikają, tworząc jeden proces torkretowania. Suche składniki betonu, wsypane do torkretnicy, wędrują następnie zapomocą węża gumowego pod ciśnieniem sprężonego powietrza do miejsca betonowania. Zmieszanie tych suchych składników z wodą, doprowadzoną również osobnym wężem gumowym pod ciśnieniem, następuje w ostatniej chwili przed betonowaniem, które ma charakter mechanicznego natryskiwania z dyszy. Cząsteczki gotowego betonu, wyrzucone z dyszy pod ciśnieniem kilku atmosfer, a więc z siłą, przewyższającą kilkakrotnie siłę zwykłego ubijania, uderza ją mocno w powierzchnię konstrukcji, tworząc na niej powłokę torkretową o wysokiej wytrzymałości, przyczepności i szczelności.

Torkretnictwo, obejmuje dwie odrębne metody pracy a mianowicie: jedna—jak opisano wyżej, jest torkretowaniem natryskowym, druga—torkretowaniem wtryskowym, mającym wyłączone iprzytem bardzo poważne zastosowanie w dziale napraw uszkodzonych i zagrożonych budowli.

Aparatura składa się z: 1) torkretnicy, 2) wtryskiwacza (inżektor) 3) sprężarki (kompresor), 4) zbiornika na wodę pod ciśnieniem, 5) węża gumowego i t. p. urządzeń pneumatycznych.

Wykonanie pracy wymaga zastosowania się do następujących zasad: 1) torkretnica powinna być jaknajbliżej miejsca torkretowania, 2) kruszywo do torkretu powinno być złożone przy torkretnicy, 3) wogóle zaleca się jak najmniej biegania, wożenia noszenia i t. p., 4) obsługa całej instalacji wymaga 3 pracowników wykwalifikowanych i 2 robotników (l), 5) uziarnianie kruszywa powinno odpowiadać opracowanym w tym celu normom, w zasadzie będąc dostosowane do średnicy węża materiałowego, 6) wilgotność kruszywa do torkretu jest rzeczą pierwszorzędną wagi waha się w granicach 3—5% wagi kruszywa.

Praca przy dyszy wymaga specjalnej uwagi; torkretnik odziany w ubranie ochronne, rękawice i kaptur z szybą dla ochrony przed razami od rozpryskającego się betonu, musi ciągle dbać o prawidłową konsystencję torkretu i o jednorodność natryskiwania, co wymaga poważnej praktyki przy dyszy. Przy pracy torkretnik posługuje się kijem celem otrzymania stałej odległości od natryskiwanej powierzchni.

(Kk).

2. Bulletin de l'association Internationale permanente des congres de la route. Nr. 85. Styczeń-luty 1933 r. *Konkurs na otrzymanie nagrody belgijskiej w 1934 r.*

Nagroda belgijska ma być przyznana podczas VII Kongresu Drogowego w Monachjum we wrześniu 1934 r., w wysokości 2,000 fr. za pracę najbardziej wartościową mającą na celu współdziałanie w rozwoju budowy, utrzymania albo eksploataowania drogi, ewentualnie ułatwiać ruch na drodze.

Autorem może być tylko członek Międzynarodowego Stowarzyszenia stałych kongresów drogowych, który został członkiem przed 1 paźdz. 1933 r.

Prace powinny wpłynąć pod adresem Sekretarza Jeneralnego Stowarzyszenia w Paryżu przed 1 kwietnia 1934 r. 1-avenue Iena.

Gdyby były pisane w innym języku, niż angielski, francuski czy niemiecki winno być dołączone dobre tłumaczenie na jeden z tych trzech języków.

Rękopis, albo maszynopis winien być datowany i podpisany.

Prace już drukowane mogą być też zgłoszone o ile zostały ogłoszone nie przed 1 kwiet. 1930 r.

Jury ma prawo również i nie przyznać nikomu nagrody.

Rezultat konkursu będzie ogłoszony na pierwszym posiedzeniu stałej Komisji podczas VII Kongresu.

(K. F.)

3. Engineering Nr. 3500, 10 lutego 1933 r. Redakcyjny artykuł: *Stalowe kostki drogowe*. (2 fot.).

Artykuł opisuje nowy rodzaj stalowej kostki drogowej — „Stanton Cast-Iron”, taniej, trwałej, niesliskiej.

Kostka ta ma wymiary następujące: 2 cale grubości, a powierzchnia 1 stopa \times 1 stopę.

Nawierzchnia świetnie wytrzymuje ruch, będąc na próbę ułożona 12 miesięcy temu, nie podlegając żadnym wpływom atmosferycznym.

Kostkę tę ułożono na fundamencie cementowym, pokrytym bitumem.

(K. F.),

RECENZJE.

„Roboty na drogach gruntowych” — inż. Jerzy Majmeskuł str. 224 rok 1933.

Wyszła z druku pod powyższym tytułem książka, przeznaczona do użytku niższego personelu drogowego.

Książka, pomimo pewnych usterek, zawiera dużo pożytecznego materiału i odda dobre usługi niższemu personelowi drogowemu.

Ankieta w sprawie Karpat Wschodnich.

Ministerstwo Komunikacji rozesłało do zainteresowanych władz i stowarzyszeń protokół ankiety w sprawie Karpat Wschodnich, wydany nakładem b. Ministerstwa Robót Publicznych, a opracowany przez dr. Mieczysława Orłowicza i Stanisława Lenartowicza. Jest to obszerna broszura o 250 stronach druku petitem, która streszcza obrady toczone w sprawie Karpat Wschodnich, przy udziale około 100 osób w r. 1931 w Stanisławowie, na zaproszenie tamtejszego Urzędu Wojewódkiego. Inicjatywa ankiety wyszła z Polskiego Tow. Tatrzańskiego, a poparło ją Ministerstwo Robót Publicznych.

Na ankiecie, obok spraw ochrony przyrody, turystyki, lotnisk i uzdrowisk, przemysłu ludowego na Huculszczyźnie, i t. p. omówiono też obszernie sprawy komunikacyjne Karpat Wschodnich, z uwzględnieniem budowy szos automobilowych i komunikacji autobusowej (referent Emiljan Bürgel), sprawy rozwoju sportów zimowych w Karpatach Wschodnich (ref. prof. dr. Zygmunt Klemensiewicz ze Lwowa) sprawy myślistwa (ref. prof. Rudolf Wącek) i sprawy rybołówstwa (ref. prof. Adam Orzechowski).

Inż. Jerzy Bajkiewicz Inspektor drogowy Województwa Warszawskiego.

Normy prac drogowych. (Skład główny w Samorządowym Instytucie Wydawniczym w Warszawie, ul. Świętokrzyska Nr. 13).

Pod powyższym tytułem ukazała się nakładem autora książka, zawierająca normy następujących prac drogowych: a) Studja, b) Roboty ziemne, c) Darniowanie, d) Obsiewanie skarp, e) Sadzenie dzew i żywopłotów, f) Naprawa i budowa jezdni dróg bitych, g) Naprawa i budowa jezdni brukowanych, h) Budowa przepustów, i) Przewozy materiałów drogowych i k) Podatki, świadczenia społeczne i generalja.

Normy, ułożone w jasne i przejrzyste tablice, dają możliwość korzystania z nich nawet osobom nie mającym specjalnego przygotowania do tego, a duża ilość przykładów liczbowych jeszcze więcej ułatwia posługiwanie się książką. Książka ta będzie bardzo pomocną tak w pracy Zarządu drogowego, jak i w pracy drogomistrza, a nawet sekretarza gminy, ze względu na łatwe przeliczanie świadczeń w naturze na gotówkę i ustalanie norm pracy akordowej przy odrabianiu szarwarków, a bardzo dostępna cena (10 zł.) ułatwi posługiwanie się nią.

L. B.

SPRAWOZDANIE PREZYDJUM ZARZĄDU
STOWARZYSZENIA CZŁONKÓW POLSKICH KONGRESÓW
DROGOWYCH.

Na dzień 1 kwietnia 1933 r. Stowarzyszenie liczyło 585 członków; zwyczajnych 578 i wspierających 7; w tem osób fizycznych 451 i osób zbiorowych 134.

Pozostałość gotówki na dzień 1.III. 1933 r. 20552 zł. 75 gr.

Wpłynęło w marcu 1933 r. 3465 „ 60 „

Razem . . . 24018 zł. 35 gr.

Wydano w marcu 1933 r. 3604 zł. 93 gr.

Pozostaje na dzień 1 kwietnia 1933 r. . 20413 zł. 42 gr.
(w P. K. O. — 2004 zł. 84 gr., Polskim Banku Komunalnym 16819 zł. — gr. i u skarbnika gotówką 84 zł. 58 gr. i weksłami 1500 zł.).

PRZYSTĄPILI DO STOWARZYSZENIA W MARCU 1933 R.

B. Członkowie zwyczajni.

b) osoby fizyczne

65. Masztalerz Wincenty, drogomistrz — Lipsko n/Wisłą.

Prezes (—) *M. Nestorowicz*

Sekretarz (—) *L. Borowski*

SPRAWOZDANIE KASOWE KURATORJUM FUNDACJI
STYPENDJALNEJ IMIENIA PROF. M. W. NESTOROWICZA

Na dzień 1 marca 1933 r. fundusz stypendjalny wynosił:

a) obligacjami 7% państwowej pożyczki stabilizacyjnej. 4200 dolarów
b) gotówką. 336 zł. 22 gr.
W marcu 1933 r. wpłynęło 9 „ 95 „

Pozostaje na dzień 1/IV. 1933 r.:

- a) obligacjami 7% państwowej pożyczki stabilizacyjnej 4200 dolarów
b) gotówką (336 zł. 22 gr. + 9 zł. 95 gr.) 346 zł. 17 gr.
(Rachunek depozytowy w P. K. O. № 9193 na 4200 dolarów, książeczka wkładcowa P. K. O. Nr. 803385 na 83 zł. 92 gr., książeczka oszczędnościowa K.K.O. Nr. 8128 na 133 zł. 35 gr. i konto czekowe P.K.O. Nr. 17212 na 128 zł. 90 gr.).

Kuratorjum Fundacji.

Wydawca: Zarząd Stowarzyszenia Członków polskich kongresów drogowych.
w osobie inż. Leona Borowskiego.

Redaktor: inż. Leon Borowski.

Adres Redakcji i Administracji:
Koszykowa 75, Drogowy Instytut Badawczy przy Politechnice Warszawskiej.

Druk. Józef Jankowski i S-ka, Warszawa, ul. Zielna 20. Tel. 519-77.