

# Ekstensograf Geigera i jego zastosowanie do badania mostów.

Stefan Bryła.

**E**kstensograf Geigera opiera się na zasadzie, że z pręta badanego, narażonego na rozciąganie lub ściskanie, przenoszą się odkształcenia przy pomocy przekładni, a więc w odpowiednio powiększonej skali wprost na pasek papieru, gdzie zostaje nakreślony wykres naprężeń.

podstawie są umieszczone dwa stożkowe ostrza, oraz jedna podpórka o kształcie półkuli. Odstęp ostrzy kleszczy  $K_1$  i  $K_2$  wynosi 200 lub 400 m/m; dla tych dwóch długości skonstruowane są okrągłe pręty stalowe, za pomocą których przenosi się odkształcenie pręta kraty na mechanizm rejestrujący. Te pręty stalowe są w środku wydrą-

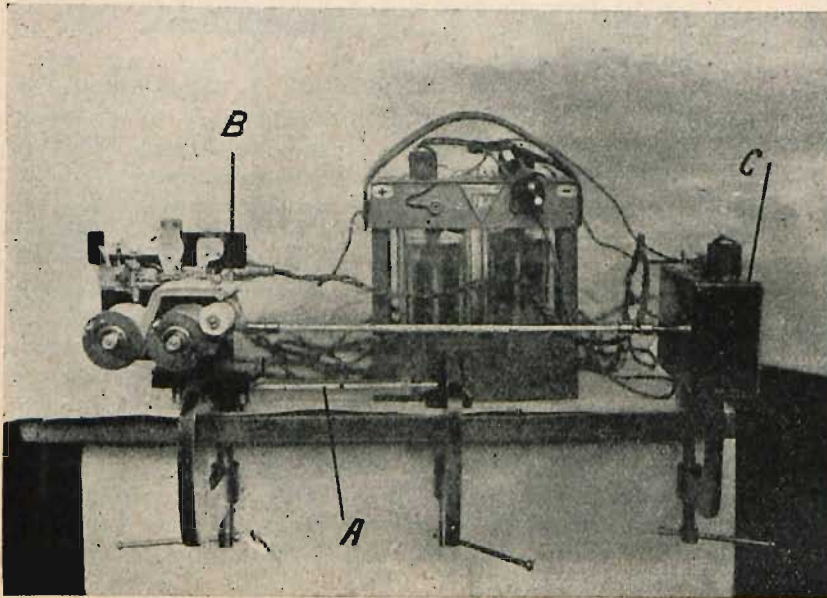


Fig. 1.

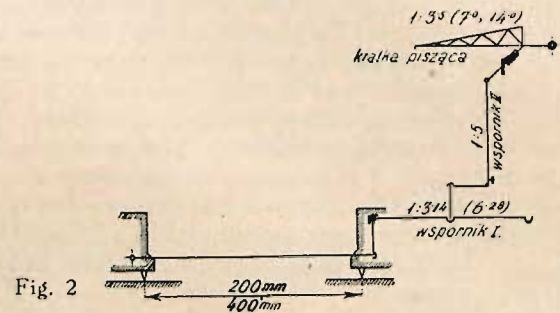


Fig. 2

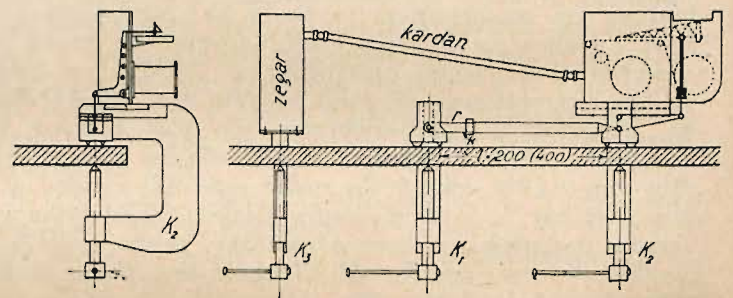


Fig. 3.

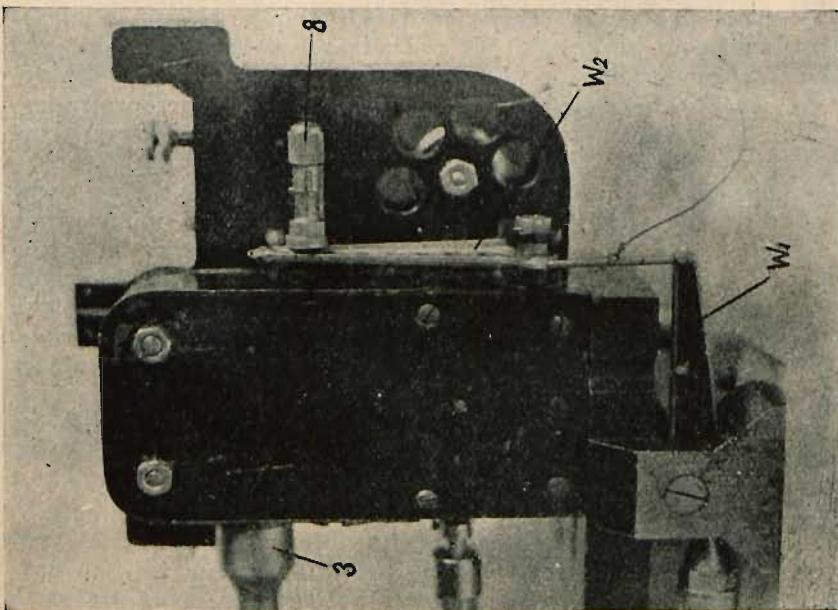


Fig. 4.

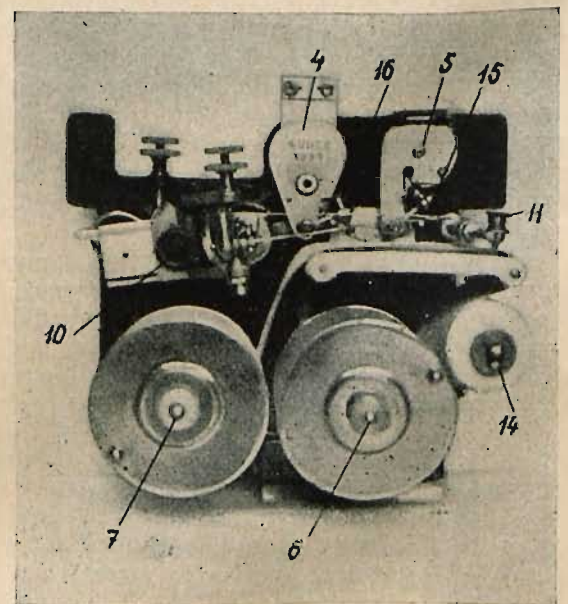


Fig. 5.

Aparat składa się zasadniczo z trzech części: 1) pręta stalowego (A) fig 1, przy pomocy którego odkształcenia przenoszą się do 2) aparatu rejestrującego (B) fig 1, oraz 3) zegara sprężynowego (C) fig. 1, którego jedną funkcją jest przesuwanie paska papieru, na którym są odkształcenia rejestrowane.

1. Do przymocowania aparatu do pręta badanego elementu mostowego służą uchwyty (kleszcze); grubość jednak nakładek danego elementu nie może normalnie przekraczać 65 m/m. Jest to mniej więcej wystarczające dla mostów stalowych kratowych lub blaszanych, natomiast przy badaniu mostów drewnianych lub żelbetowych, należy zastosować uchwyty większe. Górna część kleszczy (fig. 2) jest rozszerzona, a na jej dolnej

zone i zaopatrzone na jednym końcu w gwint wewnętrzny, dopasowany dokładnie do gwintu zewnętrznego rury przymocowanej przegibnie (w kierunku pionowym) do kleszczy  $K_1$ . Do dobrego złączenia obu tych części służy przeciwnakrętka k. Drugi koniec pręta stalowego jest zakończony ostrzem, wchodzącym w stożkowy otwór wspornika I (fig. 3). Wspornik  $W_1$  (fig. 4) jest utwierdzony w kleszczach  $K_2$  przy pomocy okrągłego pręcika poziomego, około którego wspornik może się wahać.

Kleszcze  $K_2$  posiadają w nasadzie prowadnicę o kształcie jaskółczego ogona (fig. 2), w którą wchodzi aparat rejestracyjny; po odpowiednim jego ustawieniu należy śrubki (1) i (2) silnie zakręcić.

2) Aparat rejestracyjny (fig. 4), najważniejsza część



ekstensografu Geigera, składa się ze skrzynki, w której są umieszczone elektromagnesy, oraz z szeregu dźwigni zwiększających i rejestrujących odkształcenia.

Z boku skrzynki znajduje się kontakt, do którego łączy się wtyczkę (3) o trzech przewodach, obsługujących jednocześnie elektromagnes do rejestrowania czasu (4) fig 5, jakoteż przycisk, przy pomocy którego można rejestrować chwilowe położenie ciężaru ruchomego. Poniżej umieszczony jest jeszcze jeden kontakt z wtyczką, również o trzech przewodach, które mogą służyć do połączenia ewentualnie z dalszemi aparatami rejestracyjnymi. Dzięki bowiem napędowi elektrycznemu można równocześnie zastosować kilka aparatów, umieszczonych na różnych płaszczyznach konstrukcji mostowej. Oprócz tego w skrzynce umieszczone jest koło zębate, które napędzane kardaniem wprawia w ruch obrotowy walec (6) fig. 5, na który nawija się papier z walca 7.

Główną częścią aparatu rejestracyjnego jest urządzenie przekładni, których celem jest podać odkształcenia odpowiednio powiększone w wymaganej skali.

Odkształcenia z pręta stalowego (fig. 3) przenoszą się przez wspornik  $W_1$ , przyczem przekładnia może być dwojaka: 1 : 3.14 lub 1 : 6.28. Dla przekładni 1 : 6.28 (jak na fig. 4) krawędź skrzynki licuje z krawędzią uchwytu  $K_2$ , natomiast dla przekładni 1 : 3.14 krawędź skrzynki licuje z krawędzią cylindrycznego wgłębienia w uchwycie  $K_2$ . W miejscach, w których przekładnia wynosi 1 : 3.14, wzgl. 1 : 6.28, wyżłobione są we wsporniku małe wgłębienia, w które wchodzi igła stalowa, przenosząca ruch wspornika I na wspornik II. Oś obrotu O wspornika II wmontowana jest na aparacie rejestracyjnym. Ruch wspornika II odbywa się w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny ruchu wspornika I. Przekładnia wspornika II jest stała i wynosi 1:5. Górny jego koniec jest połączony z kratką zapisującą przy pomocy sprężyny o osi poziomej, przymocowanej po przeciwnej stronie blachy. Jeżeli wspornik II nie jest przy pomocy igły stalowej złączony ze wspornikiem I, sprężyna zmusza wspornik II do ruchu w kierunku od blachy. Celem przeciwdziałania sprężynie, istnieje z boku przymocowany do blachy bezpiecznik, (8) fig. 4, którego działanie polega na tem, że sprężyna umieszczona w bezpieczniku przyciąga prętek bezpiecznika w kierunku od prawej ku lewej (fig. 4); przytem prętek bezpiecznika wchodzi w otwór we wsporniku II i w ten sposób go unieruchamia (fig. 4).

Wspornik, kreślący diagram, wykonany jest jako kratka przestrzenna o trzech pasach, z których jeden jest wydrążony i na końcu zagięty w kierunku prostopadłym do płaszczyzny i papieru. Przekładnie jego wynoszą 1 : 1.5, 1 : 7 i 1 : 14. Nastawienie na daną przekładnię następuje przy pomocy guzika (10) fig. 5, który jest częścią nasady, będącej w połączeniu z kratką zapisującą i mogącej się posuwać po odpowiednio w nasadzie urządzonym torze.

Skrajnie lewe położenie guzika oznacza przekładnię 1 : 3.5, skrajnie prawe 1 : 14, przyczem dla umożliwienia dokładnego ustawienia przekładni, umieszczone są tak na części ruchomej, jak i na stałej, kreski, które powinny się nakrywać.

Przy wartości modułu Younga stali konstrukcyjnej  $E = 2.200.000 \text{ kg/cm}^2$ , otrzymany następujące powiększenia diagramu naprężeń:

Wspornik I:		3.14	3.14	3.14	6.28	6.28	6.28
Wspornik II:		5	5	5	5	5	5
Kratka zapisująca:		3.5	7	14	3.5	7	14
Powiększanie:		55	110	220	110	220	440
Rzędne wykresu w $\text{kg/cm}^2$	200 m/m	200	100	50	100	50	25
	dla $X = 1 \text{ m/m}$ przy dług. mierzenia	400 m/m	100	50	25	50	25

Szerokość paska papieru wynosi 50 m/m, przyczem można dobrze wykorzystać około 40 m/m. Przy długości mierzenia (pręt stalowy) 400 m/m i największej przekładni zasięg wykresu wynosi 500  $\text{kg/cm}^2$ , natomiast przy długości mierzenia 200 m/m i najmniejszej przekładni tenże zasięg dochodzi do 8000  $\text{kg/cm}^2$ , co jest wartością około czterokrotnie przekraczającą granicę plastyczności stali konstrukcyjnej. Rozumie się, że im mniejsze powiększenie, tem dokładność wykresu jest mniejsza; przy największym powiększeniu daje nam 1 m/m odchyłki kratki zapisującej naprężenie 12.5  $\text{kg/cm}^2$ , więc można jeszcze odczytać 5  $\text{kg/cm}^2$ , względnie dokładnie.

Rejestracja naprężeń składa się z następujących wykresów fig. 6.

a) Linja zerowa [2] kreślona zostaje ona piórkiem 11, umieszczonym na małym pręciku, przymocowanym na skrzynce. Piórko to można dowolnie przesuwac na pręciku na całej szerokości paska papieru. Delikatna sprężynka przyciska lekko pręcik do paska.  
b) Wykres odkształceń, [3] fig. 6 rysowany jest przy pomocy kratki, przyczem początek i koniec wykresu

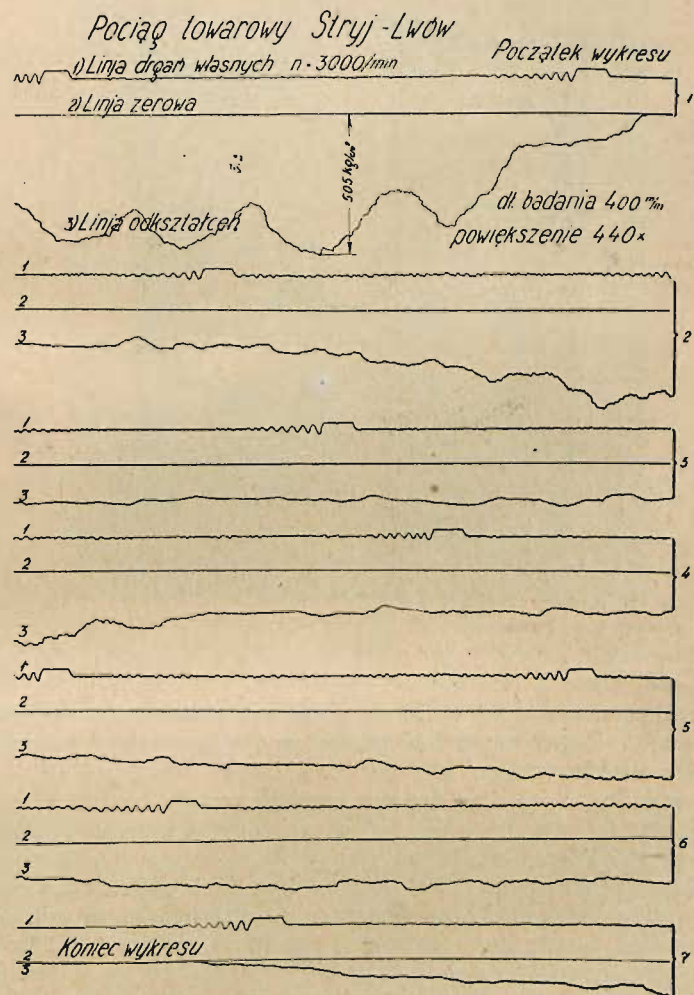


Fig. 6.

mają być zgodne z linią zerową. Jeżeli kratka posuwa się podczas pomiaru od linii zerowej ku skrzynce, oznacza to, że pręt badany narażony jest na rozciąganie, jeżeli w kierunku od skrzynki, pręt badany jest ściskany.

c) Wykres drgań własnych aparatu [1] fig. 6. Walec 6, na który nawija się rejestrujący papier, wprawiany jest w ruch przy pomocy osobnego zegara i za pośrednictwem kardana K (fig 2). Za każdym obrotem walca zamyka się obwód elektryczny przy pomocy kontaktu mosiężnego, umieszczonego na obwodzie walca [6] u nasady, który wystając poza obwód dotyka sprężyny przy każdym obrocie. Skutkiem zamykania obwodu, prąd elektryczny dostaje się do magnesu i przyciąga sprężynę przyrządu do rejestrowania czasu [4], która po rozwarciu obwodu elektrycznego drga i jednocześnie drgania te rejestruje. Sprężyna ta ma wiadomą ilość drgań na minutę (3000/min., lub po dodatkowym obciążeniu ciężarkiem 1.500/min.). Po-



równywuąc znane drgania sprężynki do rejestrowania czasu z drganiami nakreślonymi przez kratkę zapisującą możemy określić drgania djaqramu. Drgania sprężynki wychodzą ładnie i przejrzyste dopiero przy większych szybkościach zegara.

d) Wykres sztopowania; chcąc oznaczyć położenie ciężaru na moście w danej chwili n. p. pierwsze koło parowozu lub wałka na początku, w środku i na końcu mostu zamykamy obwód elektryczny, przez co magnes sztopera [5] przyciąga blaszkę, której piórko piszące [15] nakreśli kreskę. Po przerwaniu obwodu blaszka wraca w poprzednie położenie.

Wykresy osusza się na walcu gipsowym 14.

3) Zegar sprężynowy. (fig. 7). Nakręcanie zegara wykonywa się przy pomocy hebelka 17, poruszając go do góry do pozycji pionowej i napowrót do położenia, jak na fotografii. Ruch obrotowy kół zębatach obraca trzpień 18,

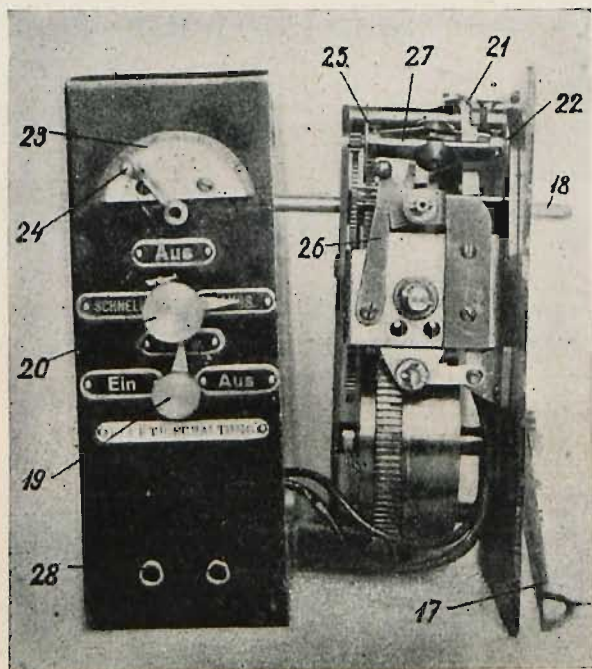


Fig. 7.

na który nasadzamy kardana, wprawiając w ten sposób w ruch walec 6. Zegar może być puszczone w ruch przy pomocy prądu elektrycznego lub też bez tegoż. Rozumie się, że tak w jednym jak i w drugim wypadku musi być sprężyna stalowa dokręcona. Na fotografii nastawione są wskazówki guzików 19 i 20 na popęd bez pomocy akumulatorów. Wskazówka [19] nastawiona jest pionowo, przez co koniec hebelka 21 zaopatrzony w skórę odsunął się od tarczy 22, tarcza zaś nie hamowana może się obracać. Półkole 23, zaopatrzone jest w cyfry od 0 do 10, oraz (poniżej) od 0 do 100. Przesuwając wskazówkę 24 od lewej ku prawej odsuwamy od tarczy 25 hebelki 26, przez co ruch tarczy, a z nim razem i wału [27], na którym są tarcze osadzone, może się swobodnie odbyć. Nastawiając znów

wskazówkę 20 na prędko otrzymamy ruch papieru re-

jestrującego 0 do 100 m/min.  
0 do 10 m/min.

Przy nastawieniu wskazówki 20 pionowo do góry (lub też na dół), ruch wału [27] ustaje. Zmianę prędkości „prędko” na „powoli”, należy wykonać podczas powolnego ruchu zegara, w przeciwnym razie możnaby go łatwo uszkodzić.

Tarcza 22 osadzona jest stale na osi [27], natomiast tarcza 25 może się wzdłuż niej posuwać w kierunku ku tarczy 22. Obydwie tarcze, złączone są trzema sprężynkami, w środku których przymocowane są ciężarki. Ruch obrotowy tarcz wywołuje siłę odśrodkową, przez co cięż-

zarki starają się odsunąć od osi; będąc jednakże w łączności z obydwoma tarczami, przyciągają tarczę lewą ku prawej, tyle, ile pozwala na to wspornik hamujący 26. Przy dużych obrotach tarcz, (t. zn. dużych obrotach wału) sprężynki stalowe wyginają się bardzo, przez co często pękają, wstrzymując przez to ruch. Należy mieć zatem stale w pogotowiu rezerwowe sprężynki.

Jeżeli warunki lokalne przy badaniu mostu nie pozwalają na to, aby ktoś stał podczas badań przy aparacie, to do puszczenia w ruch zegara służy prąd elektryczny. W otworach kontaktowych 28 umieszczamy wtyczki, które prowadzą prąd do elektromagnesu. Wskazówkę 19 obrócić należy na lewo (włączyć). Przez zamknięcie obwodu elektromagnes przyciąga blaszkę, do której jest przymocowany haczyk obracający kółko zębate, które znów z kolei jest w łączności z hebelkiem 21. Zamykając i przerywając obwód, odsuwamy hebelki od tarczy, umożliwiając tem samym jej ruch obrotowy. Wykonywując czynność tę ponownie, przysuwamy hebelki do tarczy, która z powodu hamowania końcem hebelka, przestaje się obracać. Rozumie się, że wskazówki 24 i 20 muszą być już poprzednio nastawione na żadaną prędkość. Zegar przyśrubowuje się do kleszczy  $K_2$  (fig. 2), które należy umieścić na badanym pręcie poza obrębem pręta stalowego. Jako źródło prądu elektrycznego służy 4 woltowy akumulator. Przy pomiarach, wykonywanych podczas silnych mrozów, lepiej zastosować baterijkę lampki kieszonkowej. Na fig. 8 przedstawiona jest schematycznie instalacja elektryczna.

Sztopowanie czasu następuje za każdorazowym zamknięciem obwodu przez gruszkę  $P_2$  (fig. 8).

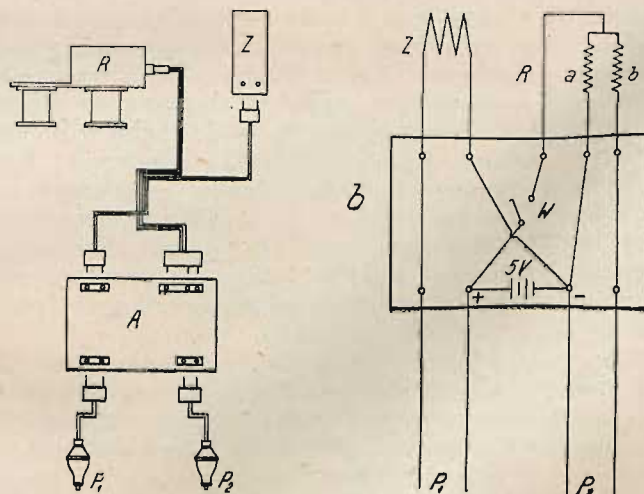


Fig. 8.

Zaletą aparatu Geigera jest przede wszystkim małe tarcie pomiędzy papierem, oraz piórkami piszącymi, przez co nie mają one wpływu na wykres naprężeń i drgań, jak też i to, że wykres jest widoczny i można go w każdej chwili dokładnie skontrolować. Poważną niedogodnością natomiast jest wielka ilość części składowych.

Fig. 9 przedstawia djaqram odkształceń pasa górnego (a), oraz krzyżulca (b), spowodowanych pociąganiem

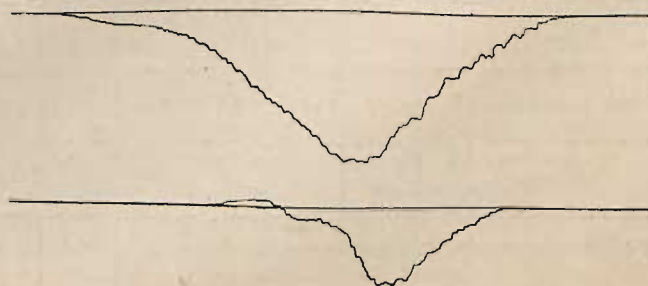


Fig. 9.



próbnym na moście kolejowym  $L = 31.06$  m na linii Mikołajów — Stryj.

Fig. 6 przedstawia typowy dajagram odkształceń uzyskany na moście kolejowym Mikołajów — Stryj, spowodowanych pociągiem towarowym, zdużającym ze Stryja. Największe naprężenie w badanym pręcie (środkowy pas górny) występuje odrazu przy wjeździe pociągu towarowego na most i wynosi  $505 \text{ kg/cm}^2$ , najmniejsze  $312 \text{ kg/cm}^2$ , naprężenie więc statyczne wyniesie  $\frac{505+312}{2} = 408 \text{ kg/cm}^2$ .

Stosunkowo powolne drgania mostu obserwować można zaraz po wjeździe pociągu na most; zmienność ich występuje około 5,33 razy na sek. (wykres 1), natomiast na wykresie (2) fig. 6 drgania przechodzą w większą częstotliwość, ale są dużo słabsze od pierwszych. Ilość ich wynosi około 22/sek, czyli 1320/min. Zwiększenia amplitudy, występujące na końcu wykresu 4 i z początku wykresu 5, spowodowane są wjazdem na most lokomotywy, umieszczonej mniej więcej w środku pociągu. Drgania pierwsze są drganiami własnymi mostu, natomiast drugie pochodzą najprawdopodobniej od wpływu uderzeń.

Wykres 10 przedstawia wykres badania mostu drogowego o rozpiętości  $L = 40.00$  m w Uścieczku. Badano pręt środkowy pasa górnego. Most obciążono wałkami 20 i 18-tonnowym, przyczem wałki ustawiono na moście w ten sposób, że posuwały się bezpośrednio jeden za drugim. Wykres I przedstawia wykres dla ruchu wałków środkiem jezdni, wykres II, dla ruchu ich wzdłuż kraty badanej, wykres III, dla ruchu wzdłuż kraty przeciwnej. Największe naprężenia mają się do siebie, jak  $55 : 78 : 25 \text{ kg/cm}^2$ . Częstotliwość drgań jest minimalna i spowodowana nierównością jezdni (bruk kamienny).

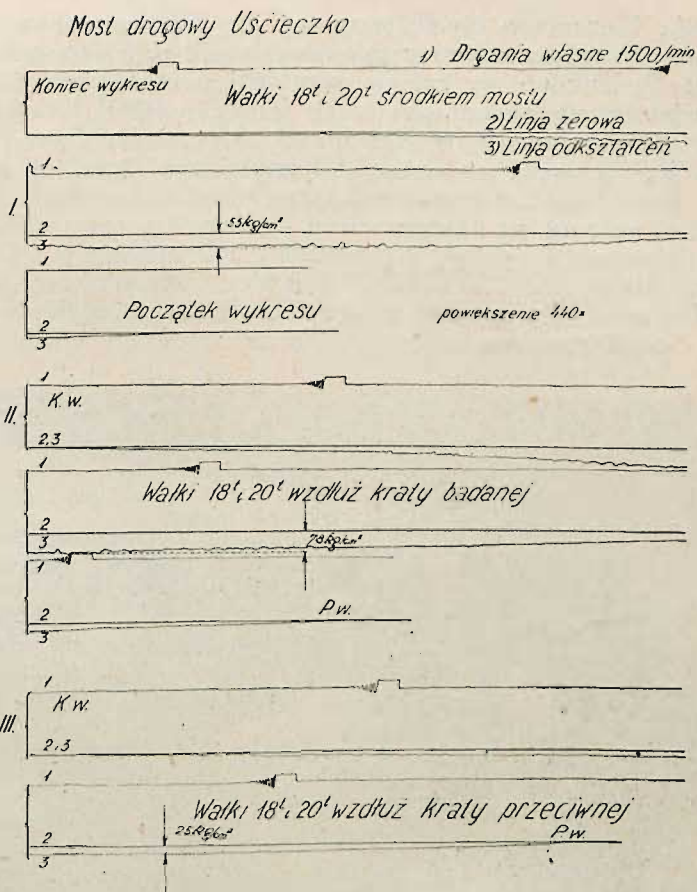


Fig. 10.

## Wycieczka kolejarzy łotewskich.

W czerwcu r. 1931 wyjeżdżała do Rygi wycieczka, zainicjowana przez Związek Polskich Inżynierów Kolejowych, w celu nawiązania koleżeńskich stosunków z wyższymi urzędnikami kolei Łotewskich. Wycieczka spotkała się z niezmiernie serdecznym przyjęciem tak ze strony Kolegów Łotewskich, jak i władz oficjalnych (p. *Inżynier Kolejowy* Nr. 8 (84) z r. 1931).

W maju r. b. doszła do skutku oczekiwana oddawna rewizyta Kolegów Łotewskich. Grono inżynierów i wyższych urzędników Kolei Łotewskich pod przewodnictwem zastępcy Generalnego Dyrektora inż. Klavs'a Springisa odwiedziło Polskę.

W wycieczce wzięli udział: małżonka Generalnego Dyrektora p. M. Błodnieks, oraz Dyrektorzy Techniczni — inż. K. Timuska i Finansów — p. H. Mazkalnins, którzy jak i większość pozostałych uczestników, przybyli z żonami. Ogółem wycieczka liczyła 38 osób, w tem 18 pań.

Wycieczka bawiła w Polsce bardzo krótko, gdyż tylko dni 4, w ciągu których zwiedziała Warszawę, Zagłębie Śląskie, Zakopane, Krynicę i Kraków.

Na spotkanie wycieczki wyjechało do Turmontu kilku inżynierów z Komitetu Głównego przyjęcia wycieczki, powołanego przez Zarząd Główny Związku Polskich Inżynierów Kolejowych, oraz z Koła Wileńskiego Związku. Podczas postoju pociągu na st. Wilno 21 maja wieczorem, wycieczka przywitana była przez Władze Dyrekcji Okręgowej z zastępcą Dyrektora inż. S. Mazurowskim na czele. W Warszawie na dworcu w dn. 22 maja rano wycieczkę przywitani przedstawiciele Związku Polskich Inżynierów Kolejowych

z prezesem inż. S. Felszem i wiceprezesami inż. M. Widawskim i W. Gąsowskim na czele. Wycieczka złożyła wspaniałą wieniec na grobie Nieznanego Żołnierza, poczem w autokarach zwiedzała osobliwości Warszawy. Prezydium wycieczki złożyło wizytę p. Ministrowi Komunikacji inż. M. Butkiewiczowi; cała zaś wycieczka podejmowana była w gmachu Dyrekcji Warszawskiej przez Dyrektora inż. E. Zienkiewiczza w otoczeniu wyższych urzędników Dyrekcji. W Muzeum Kolejowym wycieczkę przywitała



Wycieczka Łotewska przed gmachem Dyrekcji kolejowej w Warszawie.