

WOJCIECH JANUSZ

528.48:621.874

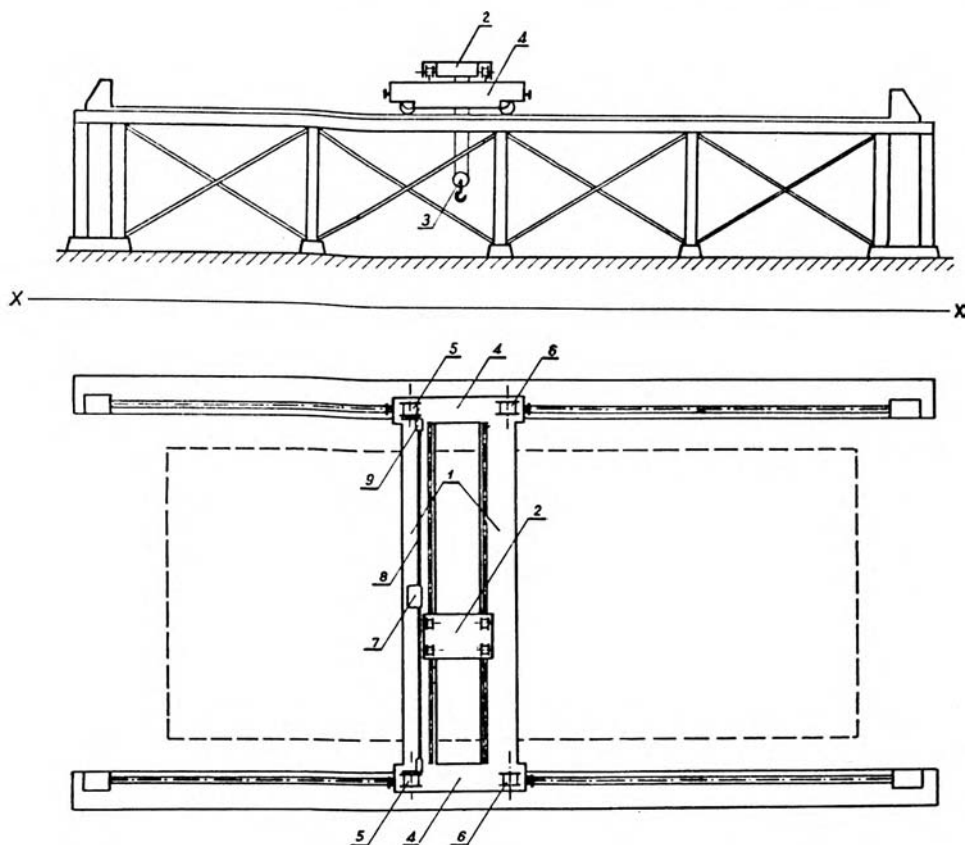
Geodezyjne badania przyczyn nieprawidłowości jazdy suwnic mostowych

Wstęp

Suwnica mostowa jest jedną z odmian samojazdnego urządzenia transportowego, pracującego w obrębie hali produkcyjnej lub składu materiałów. Dla omówienia istoty geodezyjnego badania nieprawidłowości jazdy suwnic niezbędne jest podanie niektórych informacji dotyczących konstrukcji i zasad ich pracy.

Suwnica (por. rys. 1) składa się z mostu wspartego na 4—16 kołach, bieżni ułożonej na dźwigarach (1) mostu, wózka (2) z urządzeniem podnośnikowym (3) ustawionego na tej bieżni oraz mechanizmów jazdy suwnicy, jazdy wózka i pracy podnośnika wraz z układem napędzającym i sterującym mechanizmy. Suwnica jeździ na kołach po dwu szynach ułożonych równolegle do siebie wzdłuż linii prostej na specjalnych konstrukcjach nośnych. Konstrukcje nośne w postaci pionowych słupów i ułożonych na nich belek podtorza umieszczone są przy dłuższych ścianach hali lub nawy hali produkcyjnej względnie na zewnątrz — obejmują obszar składu materiałów lub pole produkcyjne. W wielu przypadkach konstrukcja nośna jezdni podsuwnicowej jest równocześnie częścią konstrukcji nośnej dachu hali produkcyjnej.

Most suwnicy składa się na ogół z dwu dźwigarów połączonych z dwoma czołownicami (4) usytuowanymi ponad szynami. Zadaniem dźwigarów jest przenoszenie obciążeń własnych i związanych z podnoszeniem materiałów na podpory — koła suwnicy. Czołownice stanowią konstrukcje sprzęgające dźwigary oraz mocujące oprawy osi kół biegowych suwnicy. Suwnica może jeździć po torze dzięki temu, że niektóre jej koła są napędzane przez silnik (7) umieszczony na środku jednego z dźwigarów. Silnik wprawia w ruch obrotowy wał (8), który napędza przeciwległe koła (5) za pośrednictwem odpowiednich przekładni (9). Hamowanie odbywa się poprzez oddziaływanie hamulca umieszczonego w pobliżu środ-



Rys. 1

ka dźwigara na wał. Prócz kół napędzanych (5) suwnica posiada również koła pędzone (6) o swobodnym obrocie. Na dźwigarach ułożona jest bieżnia, po której porusza się w kierunku prostopadłym do szyn podsuwnicowych wózek z podwieszonym urządzeniem podnośnikowym.

Suwnica dzięki możliwości jej jazdy po torze oraz możliwości jazdy wózka po dźwigarach pozwala na transport materiałów w obrębie pola operacyjnego wskazanego na rysunku 1 linią przerywaną. W niniejszym opracowaniu zajmiemy się suwnicami niskimi usytuowanymi na szynach wyniesionych ponad pole produkcyjne. Jeźdźnia podsuwnicowa umieszczona jest na słupach, na wysokości zapewniającej swobodną jej jazdę ponad wszelkimi urządzeniami produkcyjnymi oraz składowanymi materiałami bez zaczepiania o nie. Możliwość transportowania materiałów, produktów i maszyn uzyskuje się dzięki temu, że urządzenie podnośnikowe składa się z chwytaka i układu regulującego wysokość jego podwieszenia w stosunku do poziomu wózka i mostu suwnicy.

Wysokość położenia jezdni ponad podłogą hali zawiera się przeciętnie w granicach 4—25 m zaś odległość między szynami 6—60 m w zależności od przeznaczenia suwnicy. Na ogół belki czołowe mostu są około 5-krotnie krótsze od dźwigarów.

Koła biegowe suwnic posiadają toki o powierzchni na ogół cylindrycznej (w rzadkich przypadkach stożkowej) oraz zaopatrzone są w obrzeża, zabezpieczające przed spadaniem z szyn.

Suwnica w czasie jazdy po torze powinna poruszać się wzdłuż linii prostej określonej przez położenie osi toru, bez dotykania obrzeżami kół do powierzchni główek szyn. W praktyce stan taki zdarza się niezwykle rzadko, co wynika z szeregu przyczyn zakłócających prawidłową jazdę suwnicy. Skutkiem tego jest bardzo szybkie zużywanie się szyn, kół suwnicy oraz odkształcanie się konstrukcji mostu i powstawanie dodatkowych szkodliwych naprężeń zarówno w suwnicy jak i w konstrukcji nośnej podtorza.

I. Zasadnicze przyczyny nieprawidłowości jazdy suwnic mostowych niskich

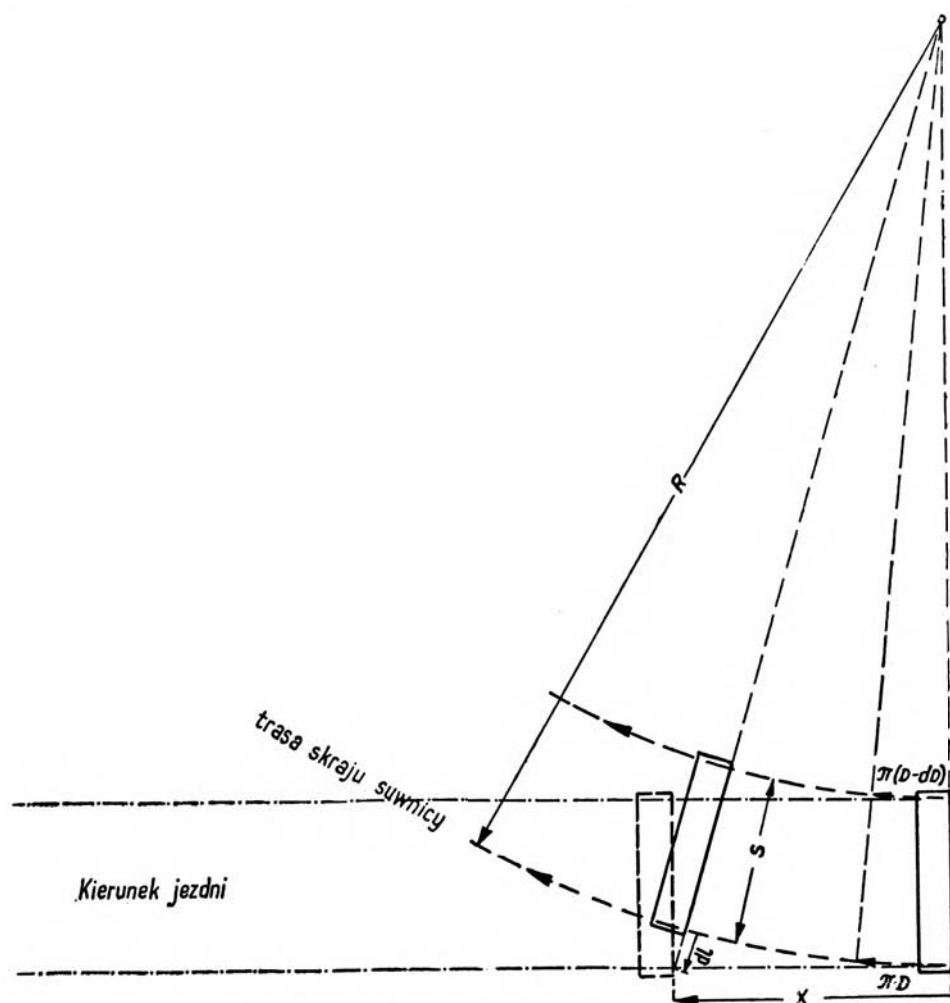
1. Różnice średnic napędzanych kół biegowych o cylindrycznych powierzchniach tocznych

Poważną co do wielkości przyczyną zbaczania suwnicy z prostego kierunku jazdy są różnice między średnicami kół napędzanych przez jeden wał. Wskutek takich różnic obydwie koła o narzuconej jednakowej kątowej szybkości obrotu wykonują różne drogi co prowadzi do jazdy po łuku koła zamiast wzdłuż linii prostej. Wg instrukcji [I] § 644 tolerancja średnicy koła wynosi 1/1000 tej średnicy. Przyjmując, że: 1.) różnica między średnicami kół napędzanych jest równa tej tolerancji, 2.) osie kół napędzanych są równoległe do siebie, 3.) osie kół pędzonych prostopadłe do kierunku jazdy suwnicy, 4.) suwnica jedzie powierzchniami tocznymi kół po płaszczyźnie (koła pozbawione są obrzeży) — obliczymy odchylenie trasy suwnicy od kierunku prostego. Zgodnie z rysunkiem 2 jeden obrót koła o średnicy D spowoduje przejazd odpowiedniego krańca suwnicy na odległość πD , zaś jeden obrót koła mniejszego odpowiednio na odległość $\pi \cdot (D - dD)$. Stąd można obliczyć promień koła R — trasy skraju suwnicy zaopatrzonego w koło biegowe napędzane o średnicy D .

$$\frac{R}{\pi \cdot D} = \frac{R - s}{\pi \cdot (D - dD)}$$

skąd

$$R = s \cdot \frac{D}{dD} \quad (1)$$



Rys. 2

Przyjmując, że początkowe położenie suwnicy na torze było prawidłowe obliczymy liniowe wielkości odchylenia trasy koła o większej średnicy od kierunku prostego po przejechaniu przez suwnicę odcinka X .

$$d_L = \frac{X^2}{2R} = \frac{X^2}{2s} \frac{dD}{D} \quad (2)$$

Na przykład przy rozstawie torów $s = 30$ m, $dD = 0,001 \cdot D$ otrzymamy po przejechaniu suwnicy o X następujące wartości jej zboczenia z prawidłowej trasy:

X	10	20	30	40	50	100 m
d_L	2	7	15	27	42	167 mm

Z uwagi na stosowane szerokości główek szyn oraz szerokości toków kół biegowych praktycznie nie jest możliwe wystąpienie tak dużych różnic trasy suwnicy w stosunku do kierunku jezdni. Wg instrukcji [1] § 643 różnica między szerokością toku koła i szerokością główki szyny nie może przekraczać 10—15 mm, ponadto koła suwnicy posiadają pewną swobodę ruchu wzdłuż osi ich obrotu względem mostu suwnicy osiąganą na powierzchniach styku osi i panewek.

Wielkości luzu osiowego kół biegowych wg [5].

s	do 15 m	15—25	25—40	ponad 40
luz	2 mm	4	6	9

W sumie więc mogą praktycznie występować pewne drobne poprzeczne ruchy mostu suwnicy względem szyn, jednak wymuszanie większych przesunięć poprzecznych wiąże się z występowaniem tarcia obrzeży kół o boczne powierzchnie główek szyn. Skutkiem tego jest wyginanie obrzeży, rozwalcowywanie obrzeży i szyn oraz występowanie znacznych naprężeń w konstrukcji nośnej podtorza i konstrukcji suwnicy.

Dla zabezpieczenia przed najeżdżaniem obrzeży kół biegowych na powierzchnie boczne główek szyn stosuje się niekiedy koła biegowe o stożkowych powierzchniach toczyń. Koła takie posiadają własności samoustawcze, bowiem zjechanie suwnicy z właściwego kierunku wiąże się ze zmianą średnicy toczyń powierzchni koła co pociąga za sobą zmianę długości trasy koła przy określonej szybkości kątowej. Stwierdzono, że stosowanie kół stożkowych spowodowało zmniejszenie zużywania się kół i szyn oraz pozwoliło całkowicie uniknąć ocierania się obrzeży kół o główki szyn. Jednak stosowanie kół stożkowych wywiera niekorzystny wpływ rozpierający na konstrukcję nośną podtorza co zapewne jest przyczyną stosunkowo małego ich rozpowszechnienia.

2. Mimośrodowość obciążenia suwnicy

Zabezpieczenie jazdy suwnicy w kierunku zgodnym z kierunkiem toru wymaga, aby przy hamowaniu nie następowały różne co do wielkości po-

ślizgi na każdej z szyn. Różnice wielkości poślizgu wiążą się z niesymetrycznym obciążeniem suwnicy przez przewożony materiał i powodują:

- a. odkształcanie się prostokątnej ramy mostu (koszenie),
- b. obracanie się całej suwnicy na torze.

Następstwem tych zmian jest powstanie różnicy w usytuowaniu osi kół biegowych względem kierunku torów, co powoduje najeżdżanie obrzeży kół na główki szyn i ich wzajemne rozwalcowywanie się.

3. Nierównoległość osi obrotu kół biegowych suwnicy

Nierównoległość ta może być spowodowana niedokładnością montażu względnie zostaje nabyta wskutek odkształcenia się ramy mostu i wygięcia belek czołowych. Błąd nierównoległości osi kół jest przyczyną powstawania dodatkowego tarcia kół i powoduje, że suwnica jedzie po trasie wypadkowej uzależnionej od położenia osi każdego koła. Kierunek i kształt tej trasy jest trudny do ustalenia z uwagi na różne role i zasady pracy kół napędzanych i pędzonych a ponadto jest niewątpliwie zależny od zwrotu kierunku jazdy suwnicy.

4. Nierównoległość szyn jezdni podsuwnicowej

Wskutek niedokładności montażu jezdni podsuwnicowej oraz wskutek odkształcania się konstrukcji podtorza występują różnice rozstawu szyn, które w skrajnych przypadkach uniemożliwiają jazdę suwnicy wobec zakleszczania obrzeży kół na bocznych krawędziach główek szyn lub stają się przyczyną spadania suwnic z torów. Przy niewielkich odchyleniach od właściwego rozstawu torów możliwość jazdy suwnicy zostaje zabezpieczona przez wymienione uprzednio różnice szerokości toków kół i główek szyn oraz swobodę osiowego ruchu kół na panewkach względem mostu suwnicy.

5. Nieprostoliniowość szyn jezdni podsuwnicowej

Odkształcenia konstrukcji podtorza wyrażają się w nieprostoliniowości poszczególnych szyn, co jest dodatkową przyczyną niezgodności trasy jazdy suwnicy z trasą jezdni.

Nieprawidłowości jazdy suwnicy spowodowane w/w przyczynami wyrażają się głównie przesuwaniem się mostu suwnicy w czasie jazdy w kierunku prostopadłym do szyn. Syntetycznym więc wynikiem badania nieprawidłowości jazdy suwnicy powinny być wielkości tych przesunięć wyznaczone podczas jazdy suwnicy lub w momentach jej postoju

w różnych miejscach jezdni. Analiza poszczególnych przyczyn nieprawidłowej jazdy suwnicy powinna obejmować wyznaczanie wielu różnych parametrów.

Program geodezyjnych badań powinien więc obejmować wyznaczanie:

- 1) poprzecznych przesunięć mostu suwnicy względem szyn jezdni,
- 2) różnic rozstawu szyn na całej długości jezdni i zmian rozstawu w funkcji czasu,
- 3) obrotów czołownic względem szyn,
- 4) odchyłeń od prostoliniowości i poziomości szyn jezdni,
- 5) przesunięć kół na panewkach w kierunku osiowym,
- 6) poprzecznych odchyłeń położenia kół względem szyn,
- 7) ustawienia osi kół,
- 8) średnic powierzchni tocznych kół,
- 9) obrotów dźwigarów względem położenia prostopadłego do kierunku trasy,
- 10) skoszeń mostu suwnicy.

Badania takie winny być uzupełnione określeniem skutków nieprawidłowej jazdy suwnicy jak: określenie profilu poprzecznego szyn i powierzchni tocznej kół wraz z obrzeżami, odkształceń konstrukcji nośnej podtorza, stanu śrub mocujących szyny itp. Trzeba dodać, że poszczególne wymienione przyczyny nieprawidłowej jazdy suwnicy mogą być jednocześnie skutkami występowania przyczyn pozostałych, co oczywiście czyni analizę jazdy bardziej skomplikowaną. Dodatkowymi przyczynami nieprawidłowości pracy suwnic mogą być odkształcenia konstrukcji podtorza niezawinione przez eksploatację suwnicy lecz związane z wpływami zewnętrznymi, głównie ruchami podłoża słupów konstrukcji nośnej.

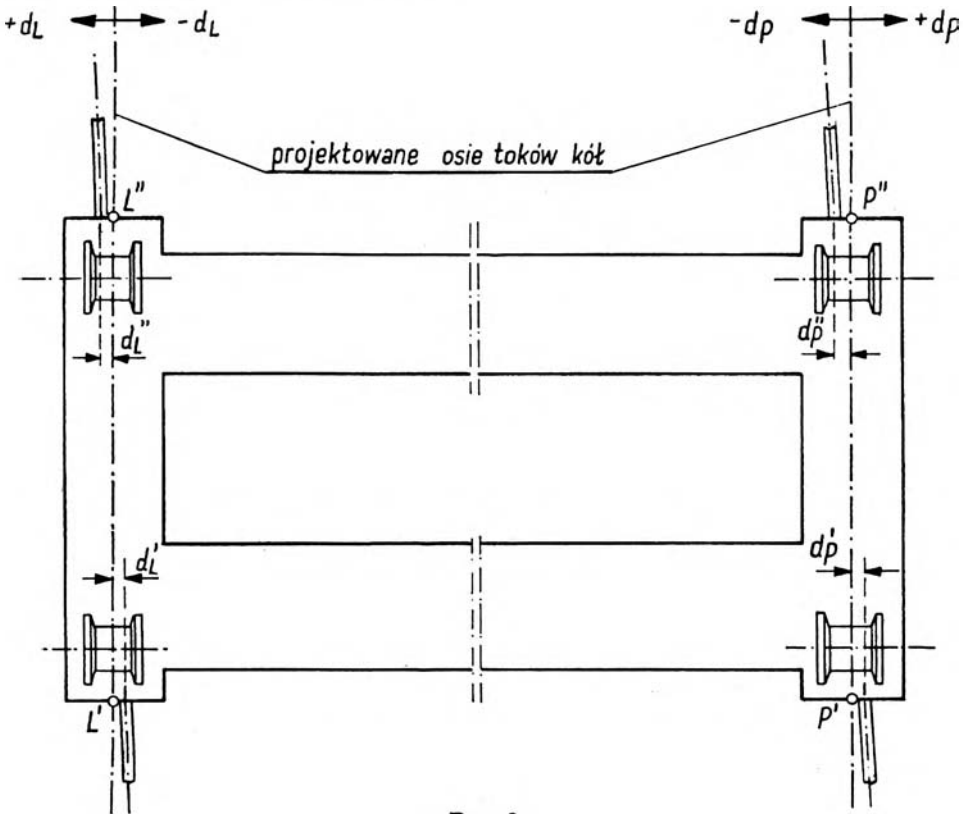
Oczekiwanym skutkiem przeprowadzania analizy geodezyjnego wyznaczania parametrów charakteryzujących nieprawidłowości jazdy i poszczególne jej przyczyny będzie wprowadzenie bardziej właściwych sposobów eksploatacji, być może zmiany w projektach konstrukcji produkowanych suwnic oraz regulacja poszczególnych zespołów konkretnych suwnic i ich jezdni prowadząca do poprawy sposobu pracy.

II. Metody pomiaru parametrów określających przyczyny nieprawidłowości jazdy suwnic

1. Wyznaczanie poprzecznych przesunięć mostu suwnicy względem szyn jezdni

Zgodnie z rysunkiem 3, na powierzchniach czołownic winny być oznaczone w sposób trwały 4 punkty L' , L'' , P' , P'' usytuowane parami w płaszczyznach pionowych przechodzących przez projektowane osie

toków kół biegowych*). Właściwe ustawienie suwnicy na torze powinno prowadzić do usytuowania tych punktów ponad osiami szyn. Wszelkie poprzeczne odchylenia położenia oznaczonych punktów względem powierzchni pionowych przechodzących przez osie szyn, oznaczone dalej d_L i d_P winny być wyznaczone dla uzyskania charakterystyki poprzecznych przesunięć mostu względem szyn.



Rys. 3

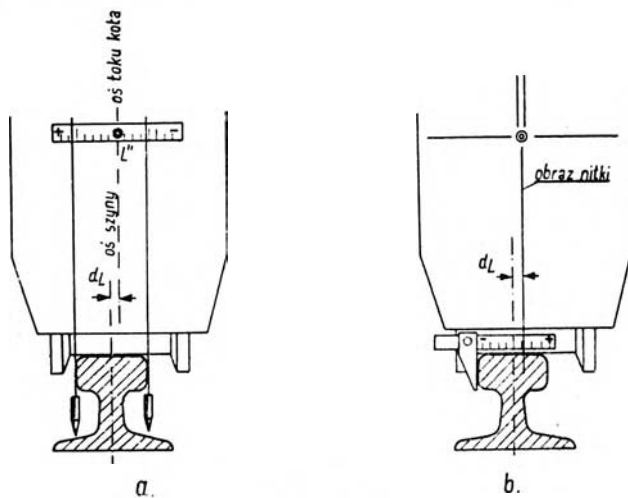
Wyznaczenie wielkości d_L i d_P (dla lewej i prawej strony) można wykonać metodą bezpośredniego pomiaru w miejscach zatrzymań suwnicy względnie metodą automatycznej rejestracji w czasie jazdy suwnicy.

W celu pomierzenia wielkości odchyłeń poprzecznych przytwierdzamy do suwnicy poziomo i prostopadle do kierunku jazdy podziałki milimetrowe lub krótkie łatki niwelacyjne w taki sposób, aby ich indeksy zerowe znajdowały się w miejscach oznaczonych 4-ch punktów. Następnie tak jak pokazano na rysunku 4a opuszczamy piony sznurkowe do położenia

*) W odróżnieniu od faktycznego położenia kół względem czołownic, wynikającego ze swobody osiowego przesuwu na panewkach.

styku sznurków z zewnętrznymi i wewnętrznymi bocznymi powierzchniami główek szyn i wg położenia sznurków wykonujemy na podziałkach odczyty. Średnie z odczytów przy obu położeniach sznurka charakteryzują położenia indeksu zerowego podziałki względem osi główki szyny. Kontrolą wyników jest różnica między odczytami, która winna być identyczna z szerokością główki szyny zmierzoną przy użyciu suwmiarki.

Inny sposób pomiaru może polegać na przykładaniu podziałki lub łaty do szyny bezpośrednio pod oznaczonym na suwnicy punktem i rzutowaniu tego punktu na podziałkę (rys. 4b). W przypadku takim podziałka winna być ustawiana na szynie indeksem zerowym nad jej osią zaś rzutowanie wykonuje się wg nitki pionowej w lunecie teodolitu ustawionego nad szyną na początku toru lub w jego dowolnym pośrednim miejscu. Podane sposoby mogą mieć zastosowanie głównie przy ustawianiu suwnicy na torze, względnie przy doraźnych kontrolach prowadzonych własnymi siłami ekip montażowych.



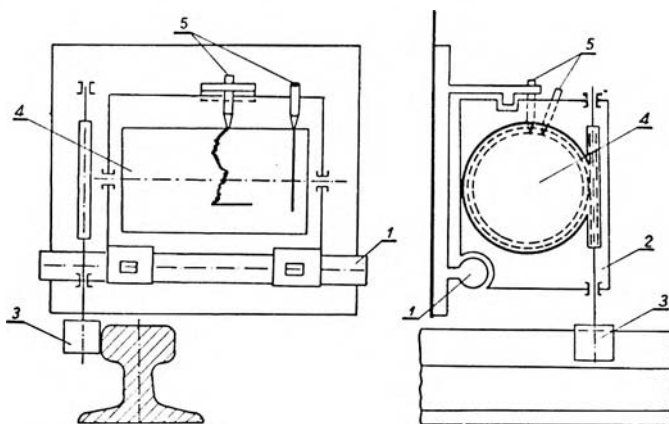
Rys. 4

Bezpośredni pomiar wielkości d_L i d_p wymagający zatrzymania suwnicy w określonych miejscach jezdni można zastąpić ich rejestracją, prowadzoną w sposób ciągły w miarę jazdy suwnicy*). Do tego celu służą specjalne rejestratory przytwierdzone do czołownic. Przymocowany rejestrator podczas jazdy suwnicy samoczynnie rysuje dwie linie, których wzajemne odległości mierzone w poszczególnych przekrojach poprzecznych są równe wyznaczanym odchyleniom wyrażonym w skali 1:1, zaś

*) Przy użyciu aparatury opracowanej w IGiK, opisanej bardziej szczegółowo w następnym rozdziale.

odległości między tymi przekrojami mierzone wzdłuż drugiej osi układu współrzędnych prostokątnych wyrażają w określonej skali odległości między przekrojami poprzecznymi jezdni. Jedna z określonych linii stanowi oś odniesienia zaś druga jest wykresem poprzecznych przesunięć odpowiedniego krańca czołownicy względem szyny.

Konstrukcję rejestratora wyjaśnia rysunek 5.



Rys. 5

Rejestrator składa się z: prowadnicy (1), wózka (2) ze stycznikiem (3) i urządzeniem przewijającym papier (4) napędzanym przez stycznik oraz z urządzenia rysującego wykresy. Prowadnica przytwierdzona jest do czołownicy swą osią poziomo i prostopadle do kierunku jazdy suwnicy. Poruszający się po prowadnicy wózek jest zawsze jednoznacznie usytuowany względem bocznego toku szyny, do którego jest dociskany za pomocą stycznika w postaci rolki napędowej. W czasie jazdy suwnicy rolka napędowa toczy się po bocznej powierzchni główki szyny oraz przekazuje ruch obrotowy za pomocą przekładni do walca (4) przesuwającego papier. Na papierze przylegającym do części powierzchni walca wraz z jego obrotem tworzą się dwa wykresy. Wykresy te powstają wskutek styku z powierzchnią walca dwu grafów (5) — jednego przytwierdzonego do wózka, rysującego linię odniesienia i drugiego, przytwierdzonego do prowadnicy, rysującego wykres poprzecznych przesunięć prowadnicy względem wózka, czyli czołownicy względem szyny.

Jest rzeczą oczywistą, że jeśli w rejestratorze przymocowanym do suwnicy jeden graf jest usytuowany ponad osią szyny, zaś drugi przymocowany do prowadnicy w płaszczyźnie pionowej $L'-L''$ lub $P'-P''$, to odległości między wykresami mierzone w poszczególnych przekrojach poprzecznych do osi wykresu są równe wielkościom d_L lub d_P . W przypadku

dowolnego ustawienia grafów otrzymuje się wykresy identycznego kształtu lecz nieco przesunięte względem siebie. Wówczas należy drogą bezpośredniego pomiaru położenia grafów określić wielkość stałej poprawki do wyznaczanych odchyłeń d_L lub d_P .

Jeśli wyskalujemy odpowiednio podłużną oś wykresu (wzdłuż linii odniesienia) to otrzymamy możliwość określenia odchyłeń położenia skraju czołownicy od położenia właściwego w dowolnym miejscu jezdni podsuwnicowej. Konstrukcja rejestratora zabezpiecza taką możliwość dzięki temu, że rolka napędowa przekazująca obroty walcowi z nawiniętym papierem jest napędzana przez obracanie się po toku szyny podczas jazdy suwnicy. Jednakowy przesuw papieru i powierzchni walca względem grafów zapewniony jest przez dociśnięcie papieru do walca rolkami toczącymi się po nim, przymocowanymi uchylnie.

2. Wyznaczanie różnic rozstawu szyn na całej długości jezdni

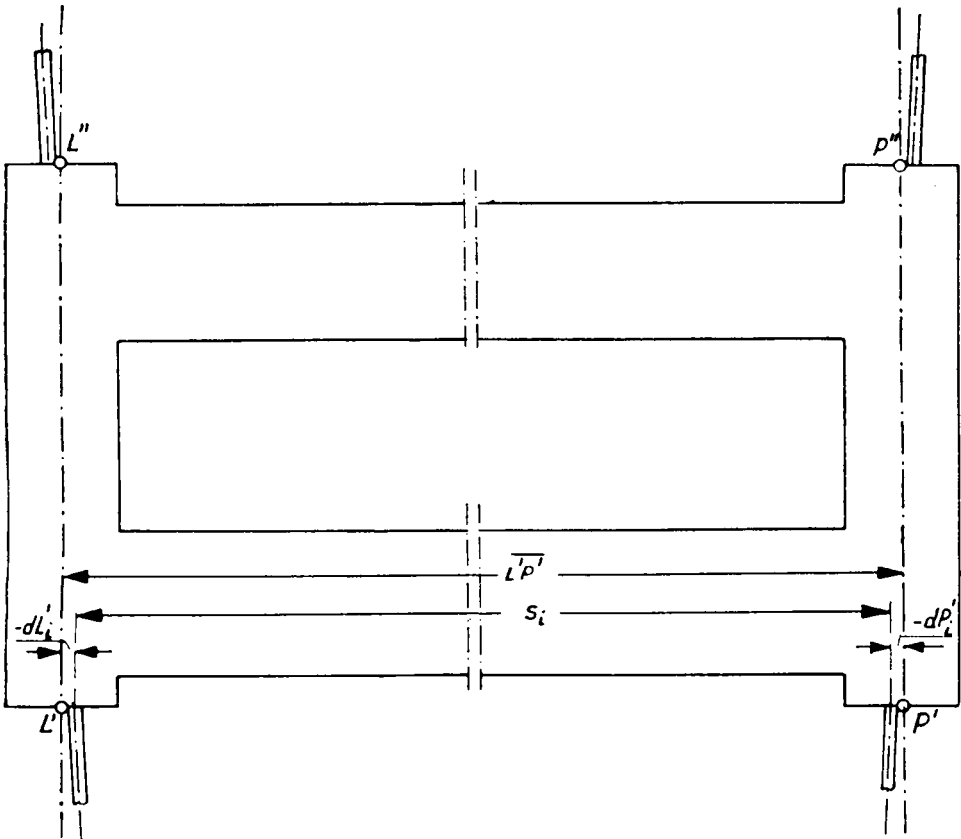
Wg instrukcji [1] § 75 odchyłki od projektowanego rozstawu szyn jezdni podsuwnicowej nie mogą przekraczać ± 5 mm. Dotychczas pomiar odchyłek był przeprowadzany metodą bezpośredniego pomiaru za pomocą taśmy lub ruletki rozciąganej pomiędzy szynami. Pomiar taki był połączony z niebezpieczeństwem opuszczenia ruletki na przewody wysokiego napięcia, niewygodny i stosunkowo mało dokładny. W związku z tym niekiedy stosowano pomiar pośredni przy wykorzystaniu zmierzonej ruletką bazy na jednej szynie z rozwinięciem jej za pomocą pomiarów kątowych w trójkącie prostokątnym. Również ten system pomiaru jest dosyć uciążliwy i mało dokładny wobec wiotkości i drgań konstrukcji podtorza. Wspomniane sposoby pomiaru rozstawu mogły być praktycznie stosowane jedynie w kilku przekrojach jezdni, np. na początku i na końcu, natomiast wyznaczenie rozstawu w innych interesujących przekrojach jezdni odbywało się z uwzględnieniem wyników odchyłeń szyn od prostoliniowości. Innym możliwym teoretycznie sposobem pomiaru jest przeniesienie osi szyn na teren przy użyciu przyłożonej poziomo i prostopadle łąty oraz teodolitu wycelowanego wzdłuż jezdni. Pomiar odległości może się wówczas odbywać po terenie pomiędzy zrzuconymi punktami. Praktycznie również taki sposób pomiaru, jakkolwiek zapewne dokładniejszy, jest uciążliwy i trudny do zastosowania z uwagi na brak miejsca dla wykonania czynności pomiarowych. W tej sytuacji powstała myśl wykorzystania dźwigara suwnicy jako bazy dla wykonywania pomiaru rozstawu szyn jezdni podsuwnicowej.

Przyjmując, że odległości między punktami L' i P' oraz L'' i P'' w czasie przejazdu suwnicy po jezdni nie ulegają zmianie, możemy wyznaczyć

rozstaw jezdni w dowolnym jej miejscu na podstawie zmierzonych wielkości d_L i d_P wg wzoru:

$$s = d'_L + d'_P + L' \cdot P' \quad (3)$$

Taki sposób wyznaczania zmian rozstawu szyn jest niewątpliwie bardziej sprawny i dokładny od sposobów dotychczas stosowanych. W tym miejscu trzeba jednak podkreślić zasadniczą różnicę między rezultatami i przedmiotem obu sposobów wyznaczeń. Mianowicie przy stosowaniu dotychczasowych sposobów pomiaru otrzymujemy rozstaw jezdni częściowo wolny od wpływu oddziaływania suwnicy, co wynika z odprowadzenia jej na jeden z końców jezdni. Przy użyciu suwnicy jako bazy pomiarowej wyznaczamy rozstaw jezdni w momencie jej pracy pod obciążeniem.



Rys. 6

Wobec wiotkości konstrukcji nośnej podtorza należy spodziewać się, że podczas przejazdu suwnicy rozstaw szyn zmienia się w stosunku do rozstawu szyn jezdni nieobciążonej. W tej sytuacji wydaje się, że wykony-

wanie obydwu rodzaj pomiaru rozstawu (metodami klasycznymi i omawianą metodą) powinno rzucać pewne światło na problem zachowania się jezdni i jej nośnej konstrukcji pod wpływem jazdy suwnicy.

Dla prawidłowej jazdy suwnicy niezbędne jest, aby rozstaw szyn był identyczny z projektowanym rozstawem kół biegowych suwnicy, względnie żeby odchylenia wzajemne tych rozstawów mieściły się w granicach określonych tolerancji. Taka interpretacja przepisu o wymaganych tolerancjach rozstawu szyn jezdni umożliwia analizowanie prawidłowości rozstawu w oparciu o kryterium:

$$| -d'_L + d'_P | \leq | \pm 5 \text{ mm} |. \quad (4)$$

W przypadku takiego sposobu traktowania problemu staje się rzeczą odrębną sprawa zapewnienia niezmienności długości dźwigara suwnicy, która jest uzależniona od jego ugięć, wywierania sił rozciągających i ścisających przenoszonych poprzez boczne naciski szyn na obrzeża kół oraz zmian termicznych. W rezultacie wyznaczanie odchyleń od projektowanego rozstawu jezdni przy użyciu suwnicy jako bazy posiada charakter względny, określa wzajemne zmiany gabarytów jezdni i suwnicy. Omówione zależności ilustruje rysunek 6.

3. Wyznaczanie obrotów czołownic względem szyn

Odchylenia poziome czołownic od kierunku każdej z szyn wyrażają się w postaci różnic między d'_L i d''_L oraz między d'_P i d''_P . Wyznaczenie tych odchyleń kątowych polega więc na analizie rezultatów pomiaru odchyleń liniowych d_L i d_P . Kątowe wielkości obrotów czołownic względem szyn określamy z zależności:

$$\frac{d''_L - d'_L}{c} \varrho = d\alpha; \quad \frac{-d''_P + d'_P}{c} \varrho = d\beta; \quad (5)$$

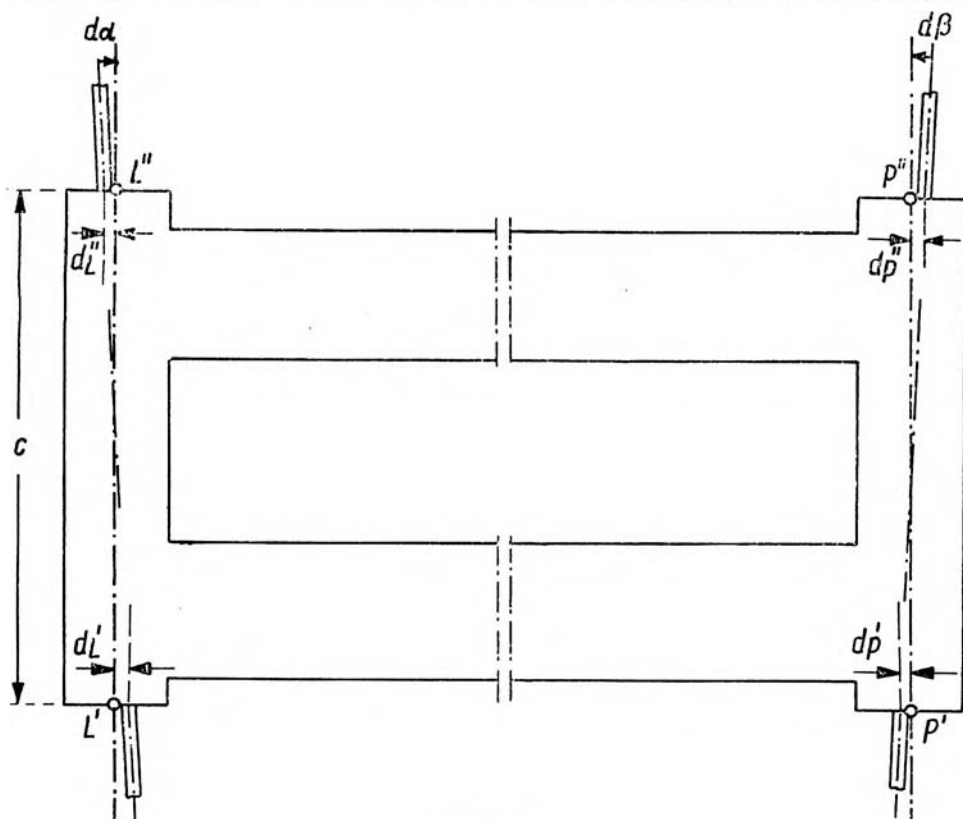
gdzie: c — długość czołownicy (odległość $\overline{L'L''}$ lub $\overline{P'P''}$) por. rys. 7.

Przy wyznaczaniu obrotów czołownic należy pamiętać, że do wzoru (5) wchodzi wielkości d'_L i d''_L lub d'_P i d''_P odpowiadające jednej określonej pozycji suwnicy to znaczy, że należy analizować d'_L lub d'_P pomierzone w określonym przekroju jezdni łącznie z d''_L lub d''_P pomierzonymi w przekroju jezdni odległym o długość czołownicy.

4. Wyznaczanie odchyleń od prostoliniowości i poziomości szyn jezdni podsuwnicowej

Pomiar poziomych odchyleń od prostoliniowości wykonuje się przy użyciu teodolitu ustawianego nad osią szyny lub mimośrodowo oraz tarczy celowniczej i łąty. Teodolit ustawia się nad punktem osi szyny do którego

wykonywano bezpośredni domiar związany z wyznaczaniem rozstawu szyn względnie w określonej odległości od tego punktu na kierunku prostopadłym do szyny. Tarczę celowniczą ustawia się w położeniu podobnym



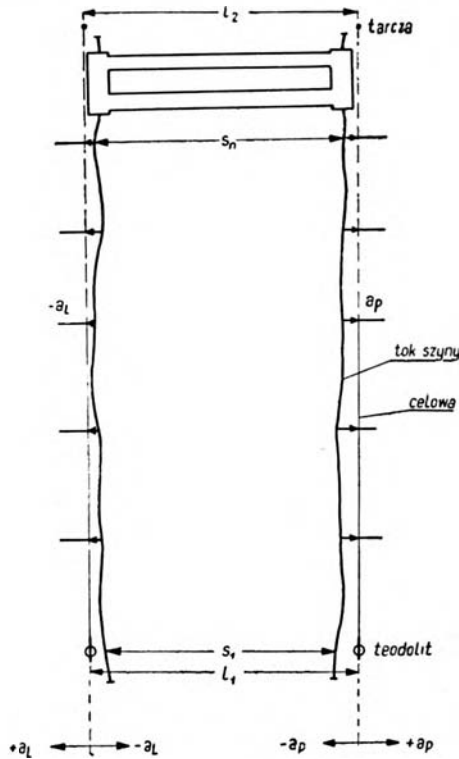
Rys. 7

względem szyny jak teodolit lecz na przeciwnym końcu jezdni *). Pomiar odbywa się w ten sposób, że po nacelowaniu nitką pionową teodolitu na tarczę celowniczą wykonuje się serię odczytów na łacie przykładanej do szyny w określonych miejscach zmieniając w tym celu jedynie ogniskowanie i pochylenie lunety teodolitu. Sposób pomiaru i wzajemne usytuowanie przyrządów pomiarowych charakteryzuje rysunek 8.

W niektórych przypadkach wykonanie opisanym sposobem pomiarów odchyłań od prostoliniowości jest mało dokładne, bardzo utrudnione i niebezpieczne. Dzieje się to wówczas, gdy jezdnia podsuwnicowa jest długa (ponad 200 m), znajduje się w hali o silnym zapyleniu i wyziewach oraz

*) Przy bardzo długich jezdniach można utworzyć ciąg w przybliżeniu prostoliniowy i wyznaczać odchylenia szyn od kolejnych jego boków.

gdy obok szyn nie ma przejść dla personelu. W przypadkach takich nacełowania i odczyty na łacie są stosunkowo mało dokładne, a ponadto przy braku przejść dla personelu przenoszenie łąty wzdłuż szyny i przykładanie jej w miejscach wyznaczania odchyłeń jest związane z niebezpie-

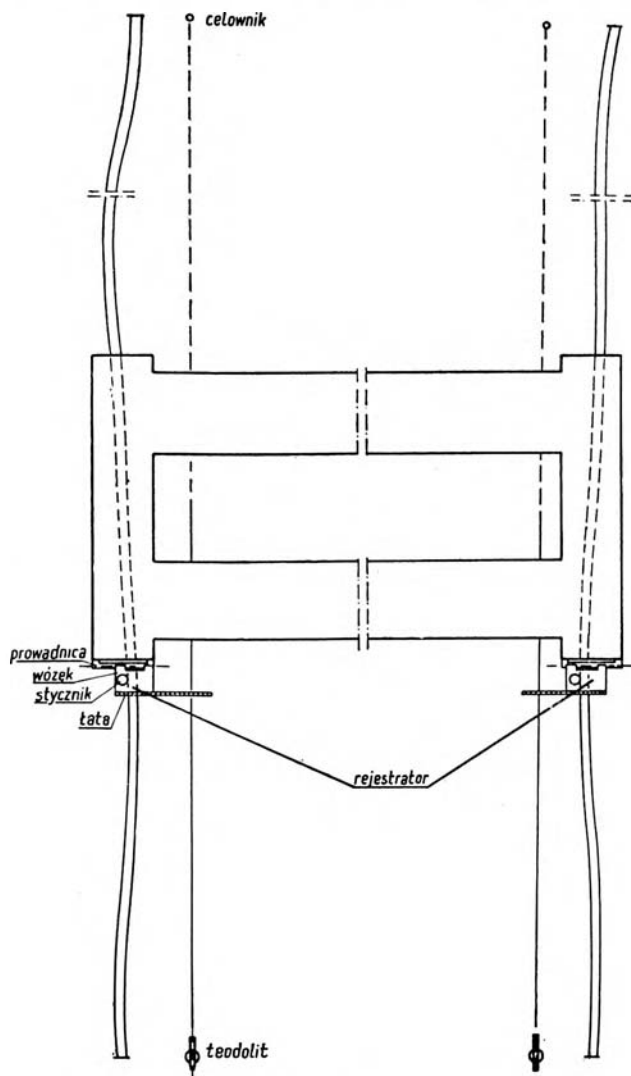


Rys. 8

czeństwem upadku ze znacznej wysokości. Dodatkową przyczyną obniżającą dokładność wyznaczania odchyłeń od prostoliniowości jest występowanie w poważnym stopniu refrakcji poziomej, szczególnie na celowych wzdłuż oszklonych zewnętrznych ścian hal produkcyjnych.

W celu podniesienia warunków bezpieczeństwa pomiarów oraz ich przyspieszenia zaprojektowany został system pomiaru oparty na samoczynnie ustawiającej się łącie. Łata służąca do odczytywania odchyłeń od prostoliniowości przymocowana jest do wózka opisanego rejestratora (rys. 5) w pozycji równoległej do prowadnicy (1) tak, aby indeks zerowy łąty znajdował się stale ponad osią szyny lub stale w określonej odległości od osi szyny. Stanowisko teodolitu znajduje się na początku toru, zaś celownik na jego końcu. Stanowiska teodolitu i celownika mogą się znaj-

dować na górnych powierzchniach odbojnic w przypadku, gdy nie zachodzi obawa, że jazda suwnicy po jezdni spowoduje liniowe poprzeczne przesunięcia tych stanowisk. W przypadkach przeciwnych zachodzi ko-



Rys. 9

nieczność mimośrodowego ustawienia teodolitu i tarczy względem szyny poza konstrukcją nośną podtorza. Omawiany tu sposób pomiaru i rozmieszczenie urządzeń charakteryzuje rysunek 9.

Interesujące wydaje się podjęcie dyskusji na temat zasadniczego celu i dokładności wykonywania pomiaru odchyłeń od prostoliniowości. Zna-

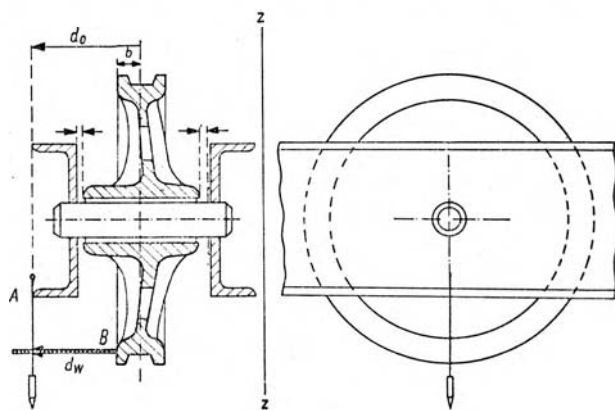
mienne w tej sprawie jest określenie Instrukcji [1], wymagającej w tym zakresie sprawdzania jedynie odchyień od prostoliniowości na krótkich odcinkach pomiędzy sąsiednimi słupami konstrukcji podtorza (10—15 m) (§ 77). Wykonywanie pomiarów odchyień od prostoliniowości na dłuższych odcinkach wiąże się głównie ze spełnianiem szerszej ujętych wymagań podanych w Instrukcji [2] § 166, 167 oraz normy PN-55/B 06200.

Wydaje się, że wymagania dokładnościowe stawiane w PN-55/B 06200 dotyczące wyznaczania odchyień od prostoliniowości są zbyt wygórowane w świetle dominującego wpływu różnic średnic napędzanych kół bieżących na nieprostoliniowość jazdy suwnic. Wysoka wymagana precyzja prostoliniowego ułożenia szyn nie stanowi decydującego środka dla poprawy sposobu jazdy suwnic bez uprzedniego wyeliminowania innych poważniejszych przyczyn złej jazdy.

Wyznaczanie odchyień szyn od poziomości wykonuje się metodą technicznej niwelacji geometrycznej. Z uwagi na drgania konstrukcji podtorza celowym wydaje się tu szerokie stosowanie niwelatorów samopoziomujących klasy Zeiss Opton.

5. Wyznaczanie przesunięć kół na panewkach w kierunku osiowym

Na poprzeczne odchylenie mostu od właściwego położenia względem każdej z szyn wpływa również osiowe przesuwanie się kół na osiach przy-



Rys. 10

twierdzonych do czołownic. W związku z tym zachodzi potrzeba wyznaczenia położenia płaszczyzny zawierającej oś toku koła względem czołownicy do_L , do_P (por. rys. 10). Na ogół obudowa kół bieżących suwnicy

uniemożliwia wykonywanie bezpośrednich domiarów do osi ich toków. W związku z tym wydaje się możliwe jedynie wykonywanie domiarów dw_L , dw_P , do zewnętrznych bocznych powierzchni wieńców kół od określonych punktów na bocznych powierzchniach czołownic zgodnie z rysunkiem 10.

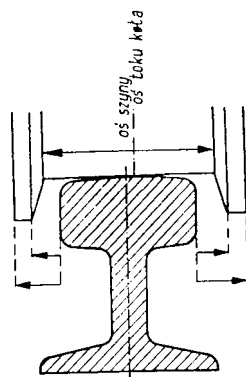
Odległości od tych powierzchni do osi toku koła można wyznaczyć na podstawie obmiaru kół dokonywanego przed ich założeniem i podczas okresowych kontroli. Bezpośredni pomiar wielkości dw_L , dw_P można wykonać przy użyciu pionu sznurkowego oraz podziałki przykładanej do bocznej powierzchni wieńca koła. Odczyt wykonuje się na podziałce wg położenia sznurka pionu. Możliwe jest również automatyczne wyznaczanie osiowych przesunięć kół w trakcie jazdy suwnicy przy wykorzystaniu specjalnych rejestratorów mocowanych do suwnicy, posiadających ruchome styczniki wsparte na bocznych powierzchniach wieńców kół. W rezultacie automatycznej rejestracji można wówczas wyznaczyć ciągle wykresy osiowych przesunięć kół w funkcji długości przejechanej przez suwnicę trasy.

6. Wyznaczanie poprzecznych odchyłń położenia kół względem szyn

Pomiar położenia koła względem szyny wiąże się z wyznaczeniem elementów wskazanych na rysunku 11 zawartych w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś koła.

Wykonanie pomiaru jest dosyć uciążliwe z uwagi na brak wygodnego dostępu. Wydaje się, że najbardziej korzystnym sposobem pomiaru może tu być rzutowanie poszczególnych krawędzi koła i główki szyny na podziałkę przymocowaną poziomo i prostopadłe do szyny ponad osią obrotu koła. Rzutowanie można wykonać według nitki pionowej teodolitu ustawionego ponad osią szyny w odległości nie mniejszej od kilkunastu metrów, po uprzednim zdjęciu osłony czołowej koła biegowego.

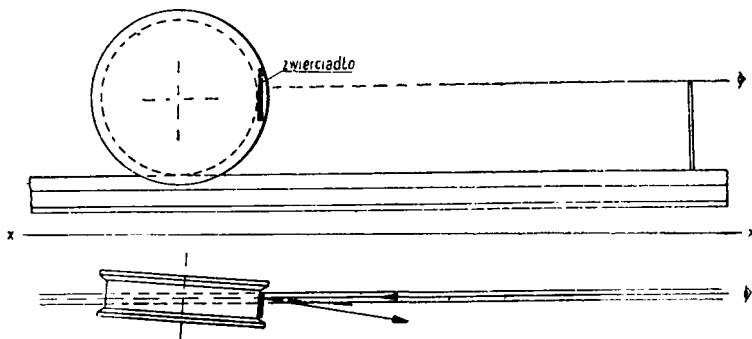
Celem wykonywania takich pomiarów jest określenie odchyłń poprzecznych środka toku koła od osi główki. Poza tym konieczne jest wyznaczanie również kątowych odchyłń osi szyn i płaszczyzn przechodzących przez osie toków kół co może być zastąpione wyznaczaniem kątowych odchyłń osi kół od prostopadłości do osi szyn.



Rys. 11

7. Wyznaczanie ustawienia osi kół biegowych

Podczas montowania suwnicy konieczne jest takie usytuowanie osad osi kół, aby osie te były do siebie równoległe. W późniejszym okresie nie jest praktycznie możliwe bezpośrednie sprawdzanie kierunków osi, można natomiast określać kierunki płaszczyzn stycznych do bocznych powierzchni



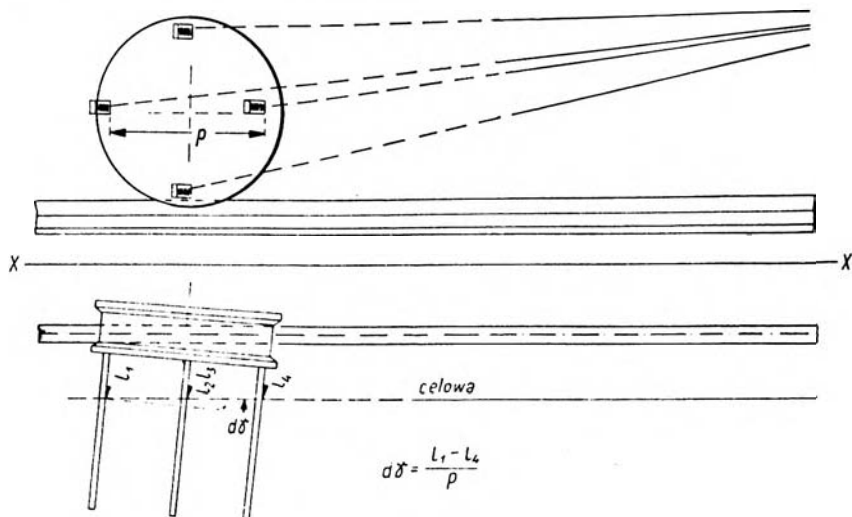
Rys. 12

ni wieńców kół (płaszczyzn prostopadłych do osi) lub równoległość cylindrycznych powierzchni toczonej kół. Zazwyczaj sprawdzanie wzajemnej równoległości tych płaszczyzn lub powierzchni zostaje w praktyce zastąpione odpowiednio sprawdzaniem ich równoległości lub prostopadłości do szyn jezdni podsuwnicowej. Wynik takiego sprawdzenia jest oczywiście obciążony wpływem obrócenia się całej suwnicy na torze (można go zredukować z uwzględnieniem wyników pomiaru obrotów czołownic względem szyn). Ponadto na wynik wyznaczenia posiada wpływ nieprostoliniowość i nierównoległość szyn jezdni.

Stosowany przez ekipy montażowe sposób sprawdzenia kierunku ustawienia koła polega na przykładaniu zwierciadła płaskiego do powierzchni toczonej koła (por. rysunek 12) i obserwowaniu położenia własnego odbicia przez obserwatora, którego oko usytuowane jest w odległości kilku metrów od lusterka ponad osią szyny. Oczywiście taki sposób jest mało dokładny i nie pozwala określić wielkości odchylenia kąтового, a jedynie skonstatować prawidłowość lub nieprawidłowość ustawienia koła.

Geodezyjny sposób pomiaru polega na wykonywaniu odczytów łąty przykładanej poziomo i prostopadle do bocznej powierzchni wieńca koła według nitki pionowej teodolitu wycelowanego równoległe do właściwego kierunku ustawienia płaszczyzny stycznej do wieńca. Oczywiście należy tu brać pod uwagę możliwość nieprostokątności bocznej powierzchni wieńca do osi koła w związku z czym pomiar należy wykonać w kilku

położeniach koła (po jego obracaniu co około 90° przy ustawieniu suwnicy na lewarze lub po przejazdach suwnicy na odległość około $\frac{\pi}{2} D$). Niniejszy sposób charakteryzuje rysunek 13.



Rys. 13

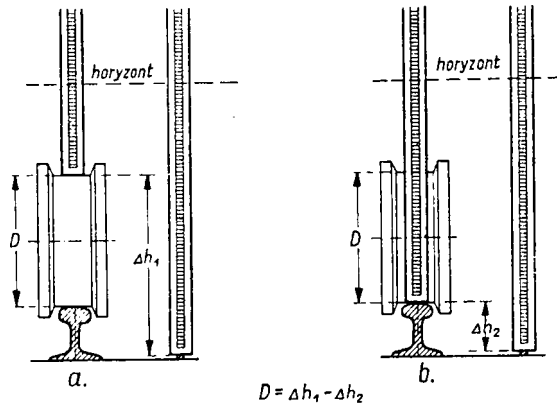
Wielkość kąтового odchylenia płaszczyzny stycznej do wieńca od płaszczyzny pionowej określającej właściwe jego położenie określamy na podstawie różnic odczytów na łacie przykładanej we wskazanych na rys. 13 miejscach*), z uwzględnieniem bezpośrednio pomierzonych poziomych i pionowych składowych wzajemnych odległości tych miejsc.

8. Wyznaczanie średnic powierzchni toczywnych kół

Bezpośredni pomiar średnic wymaga stosowania specjalnych przyrządów warsztatowych i jest praktycznie możliwy tylko w przypadku badania kół nie założonych — znajdujących się w magazynach. Badanie średnic kół pracującej suwnicy jest niezbędne dla określenia zmian średnic na skutek rozwałcowywania. Rozwałcowywanie kół powoduje zniekształcanie powierzchni toczywnych w związku z czym występuje problem niejednoznaczności miejsc przykładania przyrządów pomiarowych i obniżenia dokładności wyznaczenia średnicy w stosunku do wyznaczenia warsztatowego. Najprostszym geodezyjnym sposobem pomiaru średnicy koła ustawionego na jezdni jest określenie różnicy wysokości między punktem ustawienia łaty niwelacyjnej obok szyny (np. na główce śruby mocującej), a najwyższym punktem toku koła. Odczyty na łacie usta-

*) lub innych dostępnych miejscach wieńca koła.

wianej w obu tych miejscach należy wykonać w momencie postoju suwnicy (rys. 14a). Następnie po odjechaniu suwnicy należy wykonać odczyty na łacie ustawionej na wspomnianej główce śruby mocującej i na główce szyny w miejscu uprzedniego ustawienia koła (rys. 14b). Odczyty te służą



Rys. 14

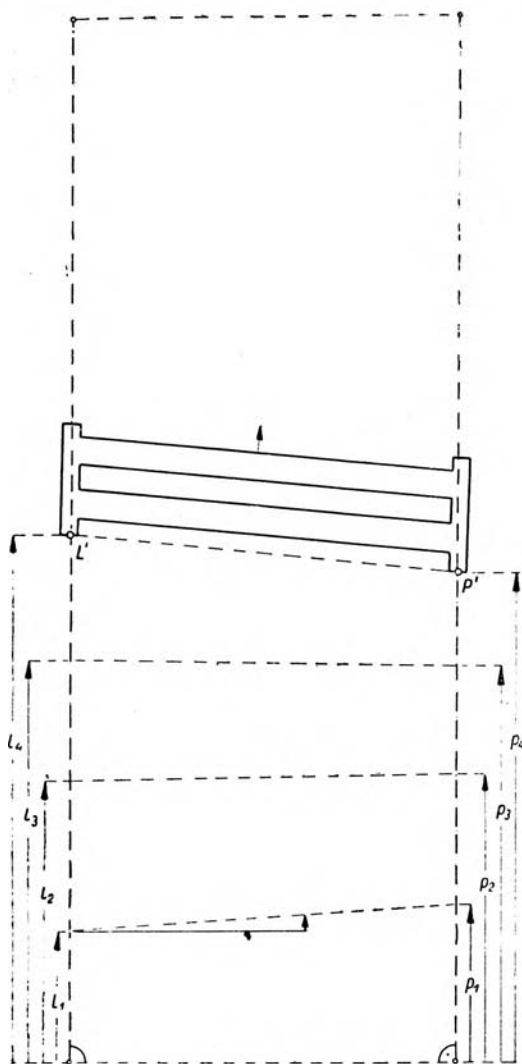
do wyznaczenia redukcji — różnicy wysokości główki szyny i główki śruby mocującej. Przy pomiarze należy zwrócić uwagę na możliwość nieznacznego pionowego poruszania się szyny względem belki podtorza, w którą wkręcona jest śruba mocująca, co może być przyczyną obniżenia dokładności wyznaczenia redukcji. Pomiar średnicy winien odbywać się w kilku różnych położeniach koła z uwagi na możliwość owalnego roztażania jego powierzchni oraz dla zwiększenia dokładności wyznaczenia *). Podany sposób wyznaczenia charakteryzuje rysunek 14.

9. Wyznaczanie obrotów dźwigarów względem położenia prostopadłego do kierunku trasy

Obracanie się dźwigarów w czasie jazdy suwnicy wyraża się w powstawaniu różnic w odległościach skrajów obu czołownic od początku jezdni. W związku z tym pomiar polega na wyznaczaniu wzdłuż obu szyn odległości jednoznacznie określonych symetrycznie położonych punktów na czołownicach (np. L' i P') od określonych punktów odbojnic na początku i końcu jezdni. W celu dokonania wyznaczenia zatrzymuje się suwnicę w pewnych określonych miejscach oraz znaczy na szynach lub belkach podtorza zrzutowane pozycje wspomnianych punktów czołownic.

*) Ponadto pomiar należy wykonywać w miejscach, gdzie koło jest usytuowane osią swego toku w pobliżu osi główki szyny i nie styka się z szyną swymi obrzeżami.

Po wykonaniu całego programu jazdy suwnicy wykonuje się za pomocą taśmy lub ruletki pomiar określający odległości rzutowanych znaków od punktów oznaczonych na odbojnicach. Oznaczone na odbojnicach punkty winny parami leżeć na prostopadłych do kierunku jazdy. Wyniki



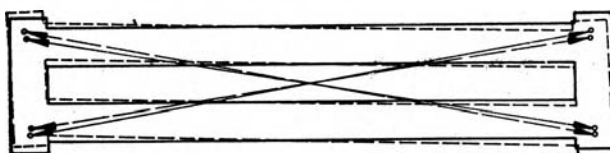
Rys. 15

pomiaru zestawiamy w sposób umożliwiający utworzenie różnic odległości pomierzonych wzdłuż obu szyn do znaków odpowiadających temu samemu miejscu zatrzymania suwnicy. Różnice te podzielone przez rozstaw szyn

wyrażają kątowe odchylenia kierunku dźwigarów od prostopadłości do kierunku jezdni. Sposób wyznaczenia charakteryzuje rysunek 15.

10. Wyznaczanie skoszeń mostu suwnicy

Skoszenia mostu suwnicy związane z odkształcaniem się dźwigarów i czołownic wyrażają się nieznacznymi zmianami długości belek i poważnymi co do wielkości odchyleniami kształtu utworzonej przez nie ramy od kształtu początkowego (por. rysunek 16).



Rys. 16

Najbardziej przekonującym dowodem powstania skoszeń jest zmiana długości przekątnych ramy mostu. W związku z tym, najczęściej stosowanym sposobem stwierdzenia skoszeń jest okresowe mierzenie odległości między punktami oznaczonymi na górnej powierzchni mostu w pobliżu przeciwnych węzłów wiążących dźwigary z czołownicami na przekątnych ramy. Trzeba niestety podkreślić, że wykonywanie tego rodzaju pomiarów napotyka na poważne trudności z uwagi na istniejące na suwnicy instalacje elektryczne i wózek podnośnika. W związku z tym wydaje się, że bardziej korzystne byłoby oznaczenie na stałe czterech punktów w pobliżu wspomnianych węzłów na dolnej powierzchni mostu oraz rzutowanie ich teodolitem na teren lub ustawione na terenie stoliki oraz wykonywanie tam pomiaru przekątnych utworzonego czworoboku.

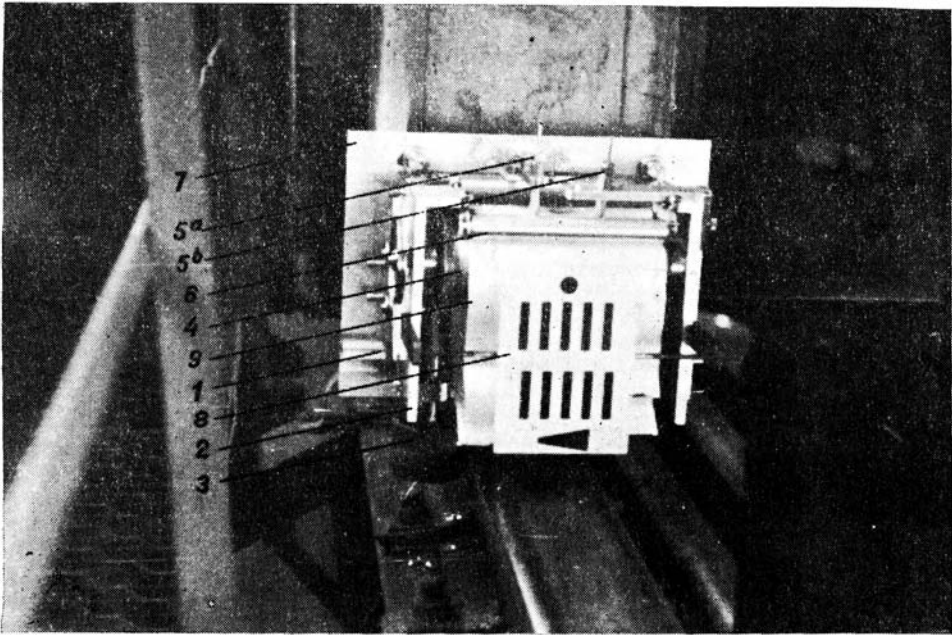
III. Nowe sposoby wyznaczania niektórych parametrów określających przyczyny nieprawidłowej jazdy suwnic

Trzeba stwierdzić, że kontrolne pomiary geodezyjne suwnic i jezdni podsuwnicowych napotykają na poważne trudności związane z uciążliwymi warunkami wykonania prac w halach zakładów przemysłowych oraz stawianymi wysokimi wymaganiami dokładnościowymi przy jednoczesnym maksymalnym ograniczeniu czasu pomiarów. W związku z tym w roku 1963 rozpoczęto w Pracowni Geodezji Inżyniersko-Przemysłowej IGiK badania, które miały na celu opracowanie szybszych, dokładniejszych i bardziej bezpiecznych w stosowaniu metod pomiaru odchyłek od prostoliniowości i projektowanego rozstawu szyn jezdni podsuwnicowych.

wych. Rezultatem opracowania stały się metody pomiarów oparte o wykorzystanie urządzeń automatycznych, opisane częściowo w poprzednim rozdziale. Obecnie omówię bardziej szczegółowo w/w metody ilustrując opis ich stosowania przykładami z przeprowadzonych próbnych badań.

1. Wyznaczanie różnic rozstawu szyn

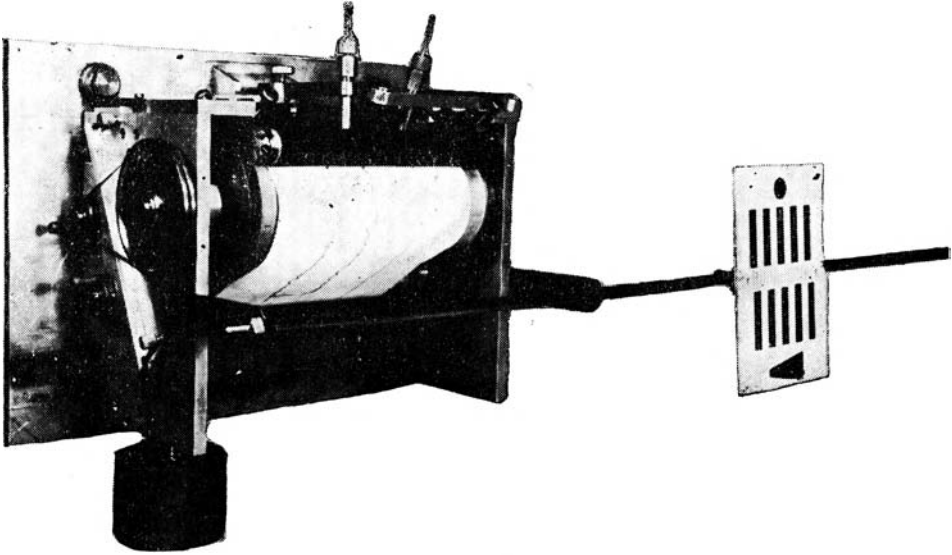
Przy badaniach stosuje się dwa rejestratory, których modele wg zasad opisanych w rozdziale II pkt. 1 zostały opracowane i wykonane w Dziale Mechaniczno-Konstrukcyjnym IGiK. Model rejestratora pokazany jest na rysunku 17.



Rys. 17a

Na rysunku 17a widoczne są: fragment prowadnicy (1) przytwierdzonej do płyty (7), która przymocowana jest do czołownicy. Do płyty przytwierdzony jest również graf (5^a) rysujący wykres krzywoliniowy. Wózek (2) stanowi ramę, w której zmontowane są: rolka napędowa — stycznik (3), walec (4) do którego powierzchni dociskana jest rolkami (6) taśma papierowa (9), graf (5^b) rysujący linię odniesienia, oraz łąta (8) do pomiaru odchylenia szyny od prostoliniowości. Na rysunku 17b pokazany jest rejestrator z łątą (8) usytuowaną mimośrodowo po wewnętrznej stronie jezdni dla prowadzenia obserwacji ze stanowisk instrumentów usytuowanych poza konstrukcją nośną podtorza. Wózek rejestratora porusza się po prowad-

nicy za pomocą zespołu łożysk kulkowych niewidocznych na rysunku. Model rejestratora posiada dodatkowo niewidoczne na rysunku dwie rolki służące do nawijania taśmy papierowej oraz sprężynę powodującą przyciąganie wózka wzdłuż prowadnicy ze zwrotem w prawo w celu uzyskania stałego docisku rolki (3) do toku szyny. Walec (4) z taśmą papierową zo-



Rys. 17b

staje wprowadzony w ruch obrotowy przez rolkę napędową (3) toczącą się po bocznym toku szyny. Dzieje się to przy wykorzystaniu napędu ślimakowego. W modelu zastosowano przekładnię 1 : 200, dzięki czemu zapis odpowiadający przejazdowi suwnicy o 100 m tworzy się na taśmie papierowej o długości 0,5 m. Dla wyznaczenia różnic rozstawu i odchyłeń od prostoliniowości mocujemy oba rejestratory do czołownic w pobliżu punktów L' i P' lub L'' i P'' podobnie jak to oznaczono schematycznie na rysunku 9. Wobec tego, że postulowane w niniejszej pracy oznaczanie na suwnicy punktów L' , L'' , P' , P'' nie było dotychczas stosowane, przy badaniach nie można było usytuować grafów (5^a) w płaszczyznach pionowych przechodzących przez L' , L'' i P' , P'' lecz w nieznacznych stałych odległościach od tych płaszczyzn. W związku z tym w wyniku otrzymuje się z każdego rejestratora wykres krzywoliniowy odległy od linii odniesienia o wielkość:

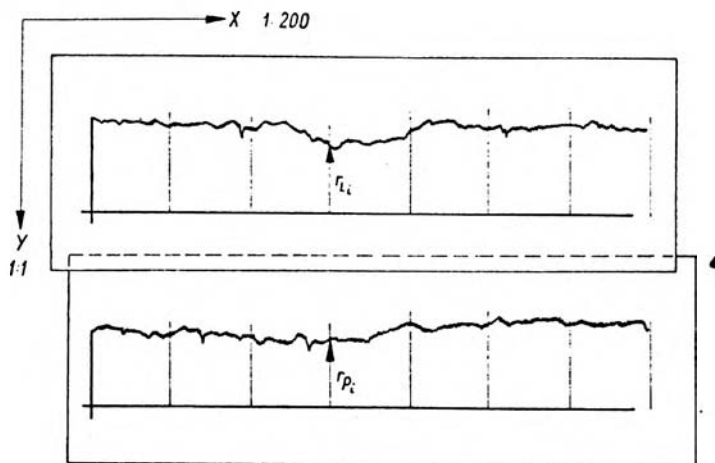
$$r_{L_i} = d_{L_i} + k$$

lub

$$\hat{r}_{P_i} = d_{P_i} + k_1 \quad (6)$$

gdzie: k, k_1 — stałe nieznanne odległości, i — oznaczenie badanego przekroju jezdni.

Jeśli uzyskane z rejestracji wykresy sklejimy tak, aby linie odniesienia były do siebie równoległe zaś początki wykresów znajdowały się na jednej prostej prostopadłej do tych linii, to otrzymamy obraz podobny do podanego przykładowo na rysunku 18.



Rys. 18

Określenie zmian rozstawu polega na pomierzeniu w tych samych przekrojach i na obu wykresach odległości linii krzywych od odpowiednich linii odniesienia, to jest na wyznaczeniu wielkości r_L, r_P . Rozstaw szyn jezdni jest w określonym przekroju i równy.

$$s_i = r - r_{L_i} + r_{P_i}, \quad (7)$$

gdzie: r — odległość między grafami (5^a) obu rejestratorów. W przypadku braku oznaczonych na suwnicy punktów L', L'', P', P'' bardziej korzystne jest stosowanie zależności:

$$s_i = s_0 - (r_{P_0} - r_{L_0}) + (r_{P_i} - r_{L_i}), \quad (8)$$

gdzie: s_0 — bezpośrednio pomierzony rozstaw szyn w przekroju zerowym (lub innym dogodnym dla wykonania pomiaru).

Zależność tę zapiszemy w formie:

$$s_i = s_0 - dr_0 + dr_i = s_0 + dr_{i(0)}. \quad (9)$$

Bezpośredni pomiar rozstawu szyn w tym przekroju można zastąpić pomiarem wzajemnej odległości oznaczonych na rejestratorach osi obrotu rolek (3), stykających się z obydwoma szynami po jednej stronie i posiadających jednakowe średnice.

W wyniku jednej z przeprowadzonych prób wyznaczenia różnic rozstawu jezdni otrzymano wykresy jak w załączniku Nr 1. Zapisy te są wynikiem dwukrotnego przejazdu tam i z powrotem. Strzałkami oznaczono kierunek jazdy suwnicy i odpowiadający mu zapis nierównomierności ruchu mostu względem odpowiedniej szyny. Zauważmy, że na wykresie odpowiadającym szynie prawej odwzorowały się w czasie rejestracji drobne skręcenia papieru na walcu, co wyraziło się w utworzeniu trzech linii odniesienia. Różnica między początkami wykresów odpowiadających kolejnym przejazdom uzyskane zostały przez przesunięcie grafów (5^a) w obu rejestratorach o jednakowe wielkości.

W celu opracowania wyników rejestracji przedstawionego w załączniku Nr 1 wykonano 30 przekroi oraz wykonano pomiary i obliczenia ujęte w tablicy 1.

Oddzielne opracowanie wyników rejestracji dokonanych przy różnych kierunkach jazdy podyktowane zostało stwierdzeniem, że pod wpływem przejazdu suwnicy połączonego z najeżdżaniem obrzeży kół biegowych na boczne powierzchnie główek szyn następują systematyczne zmiany rozstawu jezdni. Wskazała na to duża zgodność wyników uzyskiwanych przy wielokrotnych przejazdach w jednym kierunku, wyrażająca się małym błędem $m_{dr_{gr}}$ oraz znaczne różnice w rozstawie na tych samych przekrojach uzyskane przy przejazdach w różnych kierunkach. Ustępowanie szyn zauważyć też można obserwując je bezpośrednio podczas przejazdu suwnicy.

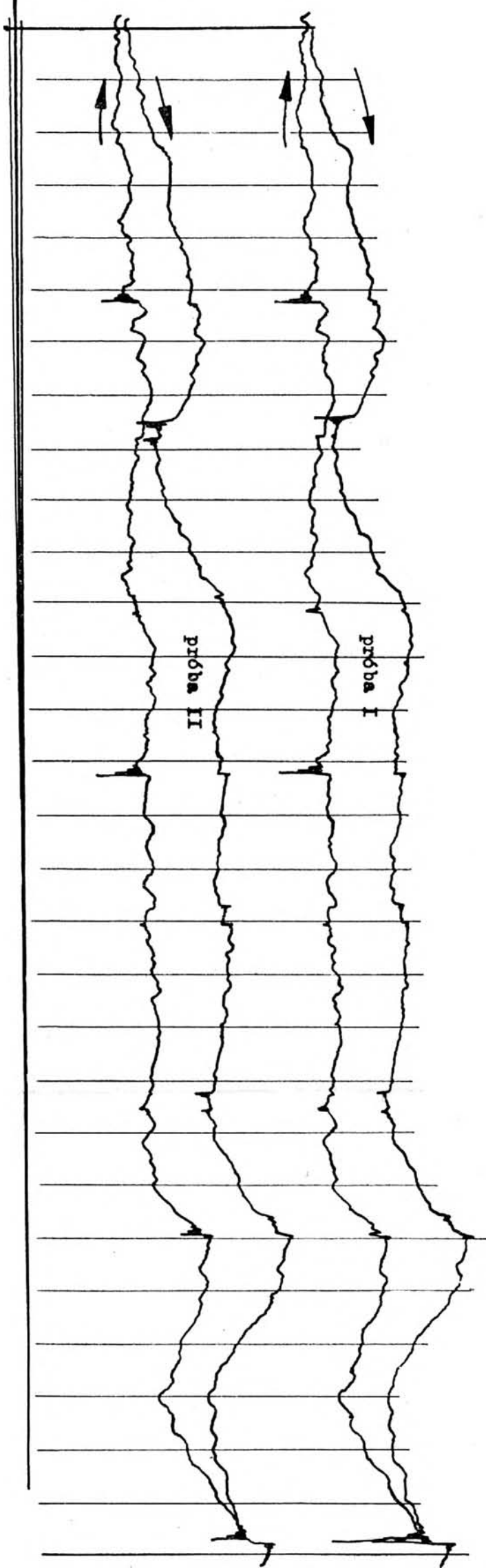
2. Wyznaczanie odchyłeń szyn od prostoliniowości

Przy wykonywaniu tych czynności posługujemy się dwoma teodolitami ustawianymi na górnych powierzchniach odbojnic za pomocą opisanych dalej urządzeń centrujących lub ustawianych na statywach na podłodze hali ponad znakami osnowy. Kierunki płaszczyzn celowania określone są za pomocą dwu celowników ustawianych na odbojnicach przy przeciwnych końcach szyn (w stosunku do pozycji teodolitów), zastabilizowanych od wewnątrz w szczytowych ścianach hali lub ustawionych na statywach ponad znakami osnowy. Do obserwacji odchyłeń służą łaty (8) przymocowane do wózków rejestratorów (por. rys. 17).

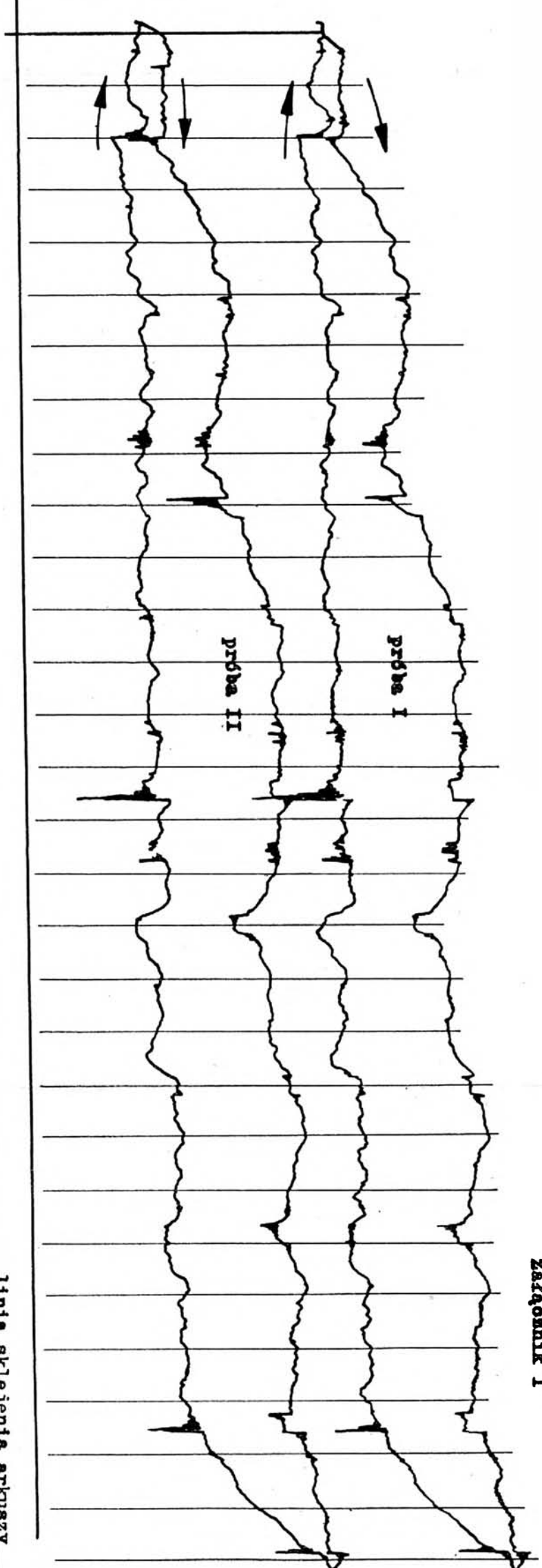
Obserwacja odbywa się równocześnie przy wykorzystaniu obu teodolitów w momentach zatrzymania jadącej suwnicy w interesujących nas przekrojach. Po zatrzymaniu suwnicy w takim miejscu obserwatorzy celują wg nitki pionowej na osie odpowiednich tarcz celowniczych ustawionych przy końcu jezdni, doprowadzają pęcherzyki libel alidadowych do położenia środkowego, poprawiają nacelowanie na tarcze, a następnie ruchem lunety wokół osi poziomej wprowadzają w pole widzenia obrazy

II
I
I

szyna prawa



szyna lewa



linia sklejenia arkuszy

Załącznik 1

Tablica 1

Numer przekroju	1 jazda "tan"			2 jazda "tan"			dr _{gr}	v	dr ₁ /l	s ₁
	r _L	r _P	dr ₁	r _L	r _P	dr ₁				
0	59	56	-3	28	21	-7	-5	-2	-1	20,005
1	62	58	-4	28	24	-4	-4	0	/0/	20,006
2	60	59	-1	27	26	-1	-1	0	3	20,009
3	67	64	-3	32	30	-2	-2,5	0,5	1,5	20,008
4	72	65	-7	38	30	-8	-7,5	-0,5	-3,5	20,002
5	74	68	-6	40	33	-7	-6,5	-0,5	-2,5	20,004
6	74	69	-5	40	34	-6	-5,5	-0,5	-1,5	20,004
7	72	67	-5	37	33	-4	-4,5	0,5	-0,5	20,006
8	70	60	-10	36	27	-9	-9,5	0,5	-5,5	20,000
9	72	62	-10	37	28	-9	-9,5	0,5	-5,5	20,000
10	78	67	-11	43	33	-10	-10,5	0,5	-6,5	20,000
11	82	73	-9	46	39	-7	-8	1	-4	20,002
12	84	74	-10	49	40	-9	-9,5	0,5	-5,5	20,000
13	83	72	-11	48	37	-11	-11	0	-7	19,999
14	84	72	-12	49	38	-11	-11,5	0,5	-7,5	19,998
15	83	72	-11	49	38	-11	-11	0	-7	19,999
16	83	72	-11	48	37	-11	-11	0	-7	19,999
17	75	73	-2	40	39	-1	-1,5	0,5	-2,5	20,008
18	81	73	-8	46	39	-7	-7,5	0,5	-3,5	20,002
19	80	73	-7	46	39	-7	-7	0	-3	20,003
20	84	71	-13	50	36	-14	-13,5	-0,5	-9,5	19,996
21	87	71	-16	52	36	-16	-16	0	-12,5	19,994
22	85	76	-9	50	41	-9	-9	0	-5	20,001
23	81	83	2	47	48	1	1,5	-0,5	5,5	20,012
24	88	84	-4	52	50	-2	-3	1	1	20,007
25	85	77	-8	50	42	-8	-8	0	-4	20,002
26	84	71	-13	49	37	-12	-12,5	0,5	-8,5	19,998
27	87	71	-16	52	36	-16	-16	0	-12	19,994
28	89	73	-16	54	38	-16	-16	0	-12	19,994
29	91	83	-8	56	48	-8	-8	0	-4	20,002

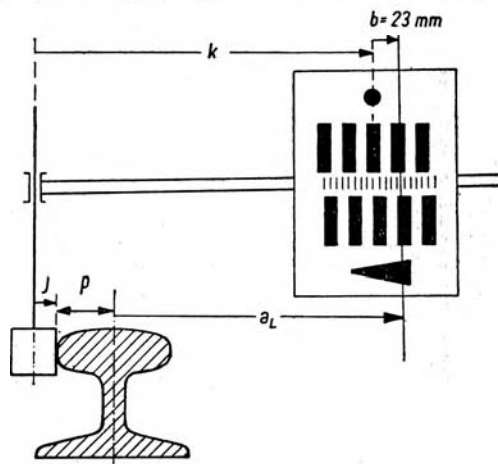
$n_{dr_{gr}} = \frac{2(vv)}{n/n-17} = 0,6 \text{ cm}$

Numer przekroju	1 jazda "powr"			2 jazda "powr"			dr _{gr}	v	dr ₁ /l	s ₁
	r _L	r _P	dr ₁	r _L	r _P	dr ₁				
0	59	56	-3	23	21	-2	-2,5	0,5	-3	20,003
1	56	56	0	21	22	1	0,5	0,5	/0/	20,006
2	54	55	1	18	20	2	1,5	0,5	1	20,007
3	57	58	1	21	23	2	1,5	0,5	1	20,007
4	57	56	-1	22	21	-1	-1	0	-1,5	20,004
5	59	58	-1	23	23	0	-0,5	0,5	-1,5	20,005
6	59	60	1	24	24	0	0,5	-0,5	0	20,006
7	60	61	1	24	26	2	1,5	0,5	1	20,007
8	59	58	-1	23	25	2	0,5	1,5	0	20,006
9	58	56	-2	23	22	-1	-1,5	0,5	-2	20,004
10	58	56	-2	22	22	0	-1	1	-1,5	20,004
11	58	58	0	23	22	-1	-0,5	-0,5	-1	20,005
12	60	60	0	24	25	1	0,5	0,5	0	20,006
13	59	59	0	23	25	2	1	1	0,5	20,006
14	60	56	-4	25	21	-4	-4	0	-4,5	20,002
15	60	58	-2	25	23	-2	-2	0	-2,5	20,004
16	62	60	-2	27	25	-2	-2	0	-2,5	20,004
17	57	59	2	21	24	3	2,5	0,5	2	20,008
18	61	60	-1	25	25	0	-0,5	0,5	-1	20,005
19	60	60	0	25	26	1	0,5	0,5	0	20,006
20	63	59	-4	28	24	-4	-4	0	-4,5	20,002
21	64	60	-4	29	24	-5	-4,5	-0,5	-5	20,001
22	63	60	-3	27	25	-2	-2,5	0,5	-3	20,003
23	61	67	6	26	32	6	6	0	5,5	20,012
24	65	70	5	30	35	5	5	0	4,5	20,010
25	63	66	3	28	31	3	3	0	2,5	20,008
26	63	63	0	28	28	0	0	0	-0,5	20,006
27	68	65	-3	33	30	-3	-3	0	-3,5	20,002
28	75	70	-5	40	36	-4	-4,5	0,5	-5	20,001
29	90	83	-7	53	48	-5	-6	1	-6,5	20,000

$n_{dr_{gr}} = \frac{2(vv)}{n/n-17} = 0,6 \text{ cm}$

łat, poprawiają ogniskowanie i wykonują na łątach odczyty. W przypadku gdy stanowiska teodolitów są wolne od wstrząsów wywołanych jazdą suwnicy, każdy z obserwatorów może wykonać większość wymienionych czynności jeszcze w trakcie jazdy suwnicy, a w momencie jej postoju wykonać jedynie zmianę ogniskowania i odczyt. Taki tryb wykonywania pomiaru ogranicza do minimum czas postoju suwnicy i skraca czas całej obserwacji. Z uwagi na konieczność możliwie szybkiego wykonywania pomiarów przy jednoczesnej konieczności uniknięcia błędów systematycznych, niezbędne jest wykonywanie odczytów przy dwu położeniach lunety wg następującego programu:

W pierwszej kolejności wykonujemy odczyty przy pierwszym położeniu lunety podczas jednokierunkowego przejazdu suwnicy przez wszystkie interesujące przekroje jezdni i podczas przejazdu powrotnego z zatrzymaniem w tych samych miejscach. Pomiarów przy drugim położeniu lunety wykonujemy podczas ponownego przejazdu suwnicy tam i z powrotem. Dzięki takiej kolejności wykonania pomiarów możliwe jest ograniczenie czasu poszczególnych postojów do minimum. Pewną niekorzystną cechą takiej technologii obserwacji jest prawdopodobieństwo różnego zachowania się torów przy kolejnych przejazdach. Jednak dotychczasowe przeprowadzone próby zdają się potwierdzać tezę, że przy kolejnych jed-



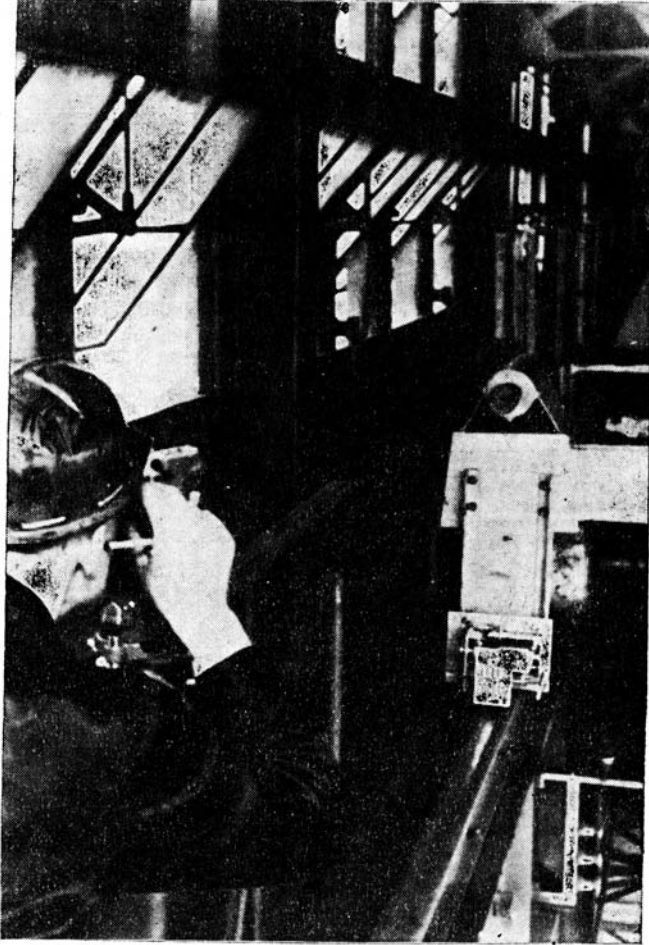
Rys. 19

nokierunkowych i podobnie dokonanych przejazdach suwnicy, szyny jezdni podsuwnicowej zachowują się jednakowo co do usytuowania w przestrzeni.

Sposób wykonania odczytu na łącie ilustruje rysunek 19.

Przy badaniach zastosowano krótkie, 12 cm wycinki łąt posiadające formę tarcz przykręconych do prętów stalowych, które są przymocowane

bezpośrednio do wózków rejestratorów. Sposób mocowania łąt do prętów umożliwia usytuowanie indeksu zerowego każdej łąty w określonej odległości względem osi odpowiedniej szyny. W przypadku, gdy pragniemy wyznaczyć jedynie odchylenia od prostoliniowości, odległości indeksów



Rys. 20

zerowych od osi szyn nie muszą być wyznaczone, natomiast gdy pragniemy również wyznaczyć odległości osi szyn od osi celowych (przy ustawieniu teodolitów i sygnałów nad znakami osnowy odpowiada to wyznaczeniu odległości od boków osnowy) należy zmierzyć ruletką odległości od indeksów zerowych łąt do osi odpowiednich szyn (per. rys. 19).

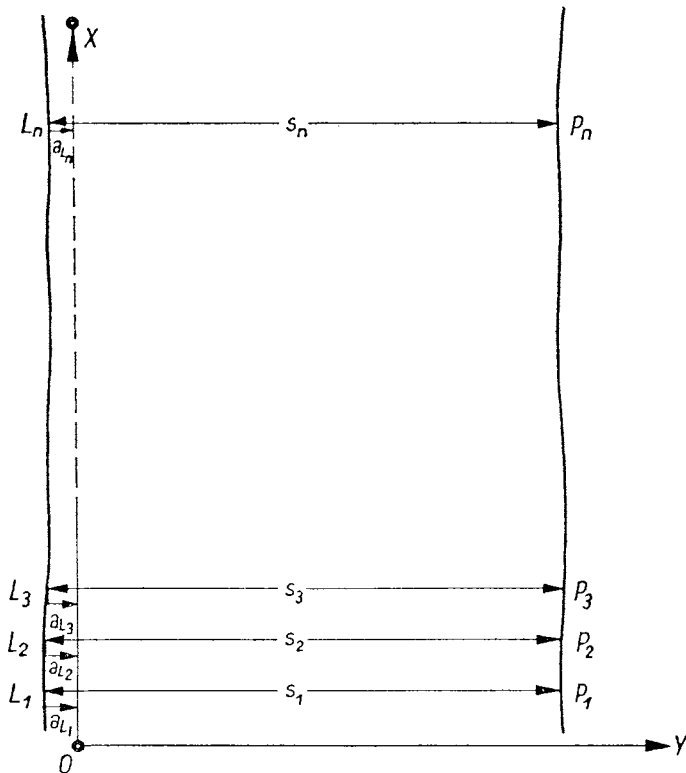
Z uwagi na różne odległości celowania na łątę, zastosowano zróżnicowane jej rysunki — podział centymetrowy dla odległości krótszych i dwu-

centymetrowy dla odległości większych, umożliwiającą odczytywanie do około 300 m. Rysunek łaty zaopatrzone strzałką informującą o kierunku wzrastania podziału.

Rysunek 20 pokazuje obserwatora na stanowisku pomiarowym wykonującego odczyt odchylenia od prostoliniowości na widocznej w głębi łacie przytwierdzonej do wózka rejestratora. Rejestrator przymocowany jest płytą do osłony czołowej koła biegowego suwnicy.

3. Równoczesne wyznaczanie różnic rozstawu i odchylenia od prostoliniowości torów podsuwnicowych. Przykłady wyznaczeń i opracowań wynikowych

Dla jednoznacznego określenia położenia każdej szyny w kierunku poprzecznym do kierunku jazdy w układzie współrzędnych OXY wystarczy



Rys. 21

czy wykonanie równoczesnego wyznaczenia odchylenia od prostoliniowości jednej szyny oraz wyznaczenia rozstawu szyn we wszystkich interesujących nas przekrojach. Na ogół wyznacza się położenia tych punktów na

osiach szyn, które znajdują się ponad słupami nośnymi podtorza, na śródkach rozpiętości pomiędzy sąsiednimi słupami oraz w miejscach wyraźnie widocznych nieprawidłowości ułożenia szyn. Dla wyrażenia położenia tych punktów w układzie współrzędnych przyjmujemy, że jego początek znajduje się w miejscu stanowiska teodolitu przy lewej szynie, kierunek osi OX jest zgodny z kierunkiem celowej od stanowiska teodolitu do celownika przy przeciwnym końcu jezdni zaś kierunek osi OY prostopadły do niego. W związku z potrzebą uzyskania przejrzystości wyników, usytuowanie teodolitu i tarczy celowniczej winno być takie, aby oś OX była w przybliżeniu równoległa do kierunku jezdni, wówczas bowiem odchyłki poprzecznego położenia szyn mogą być traktowane za identyczne z odchyłkami współrzędnych Y . Współrzędne X wyznaczanych punktów mogą być określone z dosyć dużym przybliżeniem, a niekiedy nawet wystarczy podanie lokalizacji badanych punktów w stosunku do elementów konstrukcji nośnej podtorza. Rysunek 21 określa schematycznie sposób przeprowadzenia obliczeń w układzie OXY .

Zgodnie z tym rusunkiem obliczamy współrzędne Y punktów na lewej szynie z wzoru:

$$Y_{L_i} = -a_{L_i}. \quad (10)$$

Uwzględniając wyznaczone rozstawy jezdni obliczamy współrzędne Y punktów na prawej szynie z wzoru:

$$Y_{P_i} = Y_{L_i} + s_i. \quad (11)$$

W przypadku, gdy prowadzimy pomiar odchylenia od prostoliniowości obu szyn, pojawia się problem wyrównania wobec wystąpienia obserwacji nadliczbowych. Sytuację taką ilustruje rysunek 22.

Wyrównanie może być przeprowadzone w różny sposób w zależności od tego, czy pragniemy na jego drodze uzyskać zwiększenie dokładności wyznaczenia współrzędnych w stosunku do wyznaczenia z wzorów (10) i (11) czy też poprzestajemy na sprawdzeniu prawidłowości wyznaczenia i uzyskaniu oceny dokładności pracy. Na ogół poprzestaje się na sprawdzeniu i ocenie dokładności pomiarów. Współrzędne Y punktów celowania wzdłuż prawej szyny możemy obliczyć z wzoru:

$$Y_{c_i} = Y_{P_i} - a_{P_i}. \quad (12)$$

Współrzędne X tych punktów określamy na podstawie miar bieżących wzdłuż kierunku jezdni od stanowiska teodolitu do poszczególnych przekroi jezdni, w których wykonywano odczyty:

$$X_{c_i} = l_i. \quad (13)$$

W rezultacie można napisać:

$$X_{c_i} \cdot \alpha + b = Y_{c_i} + v_{\mathbf{r}}. \quad (14)$$

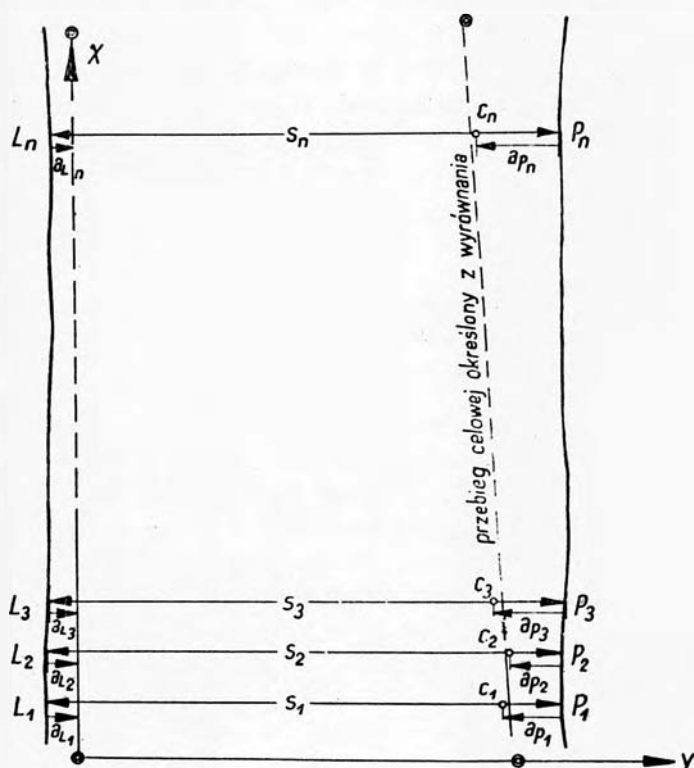
Ze względów związanych z techniką rachunku zależność powyższą trzeba przedstawić w postaci:

$$X_{c_i} \cdot \alpha + b - Y_{prz.} = Y_{c_i} - Y_{prz.} + v_Y. \quad (15)$$

W przypadku, gdy badane przekroje jezdni znajdują się w jednakowych wzajemnych odległościach można powyższą zależność napisać w postaci:

$$i \cdot X_1 \cdot \alpha + b - Y_{prz.} = Y_{c_i} - Y_{prz.} + v_Y. \quad (16)$$

Z układu równań zestawionych dla wszystkich przekroji jezdni w których wykonano odczyty odchylenia od prostoliniowości i wyznaczenia roz-



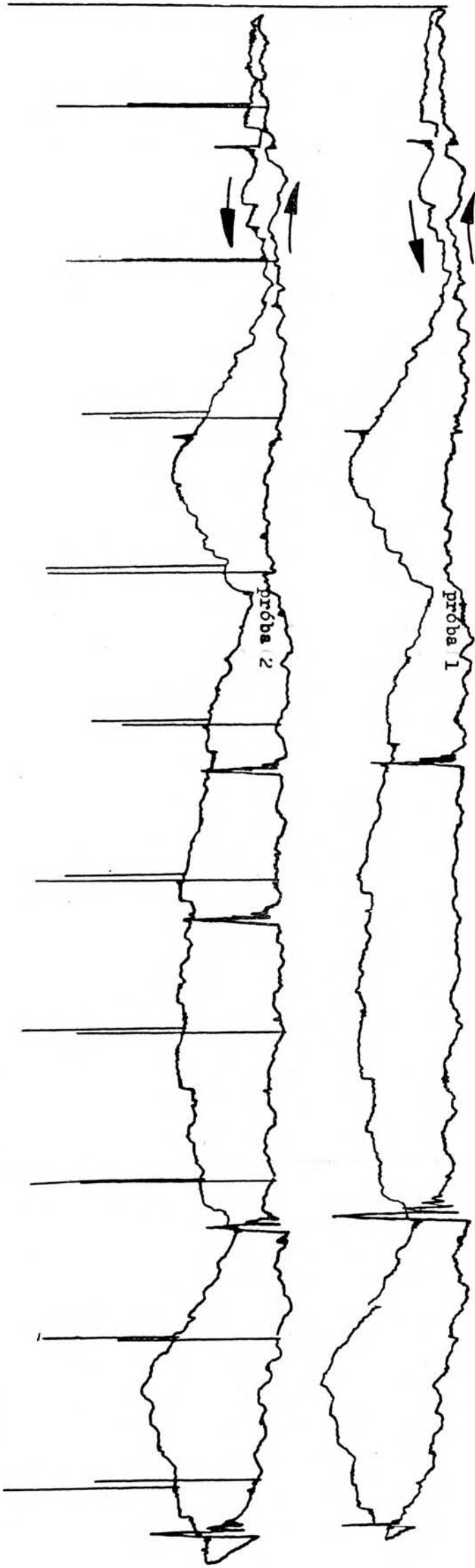
Rys. 22

stawu określamy dwie niewiadome α , $b - Y_{prz.}$ (lub korzystając z zależności (16) niewiadome $X_1 \cdot \alpha$, $b - Y_{prz.}$). Po wyznaczeniu tych niewiadomych obliczamy poprawki v_Y oraz błąd średni $m_0 = \sqrt{\frac{[v_Y v_Y]}{n-2}}$, gdzie n — ilość badanych przekroji jezdni.

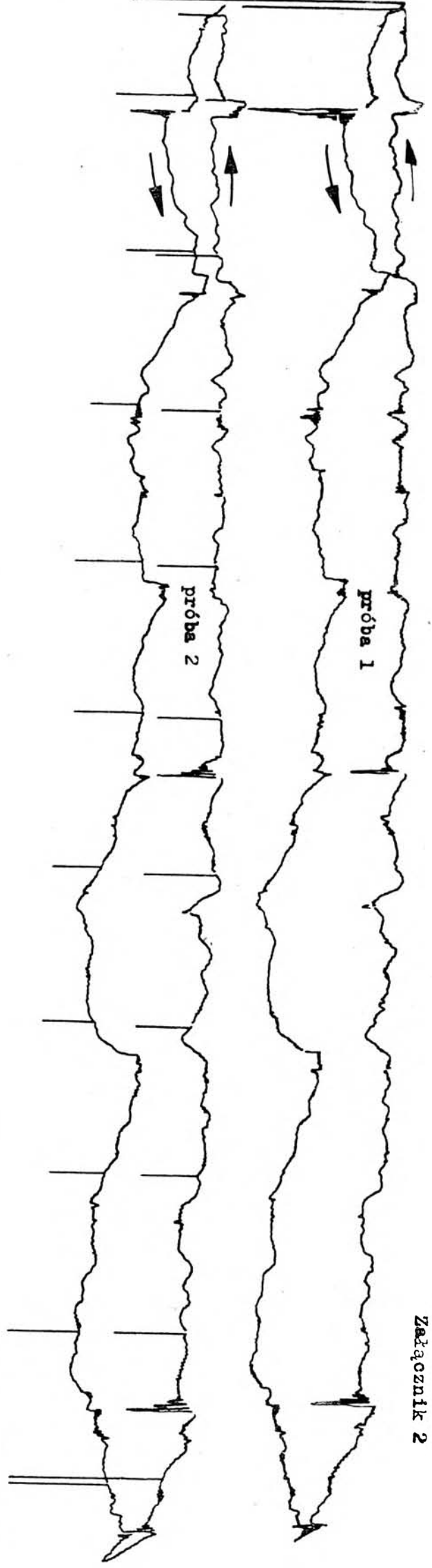
szyna prawa

szyna lewa

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



linda sklejająca arkuszy

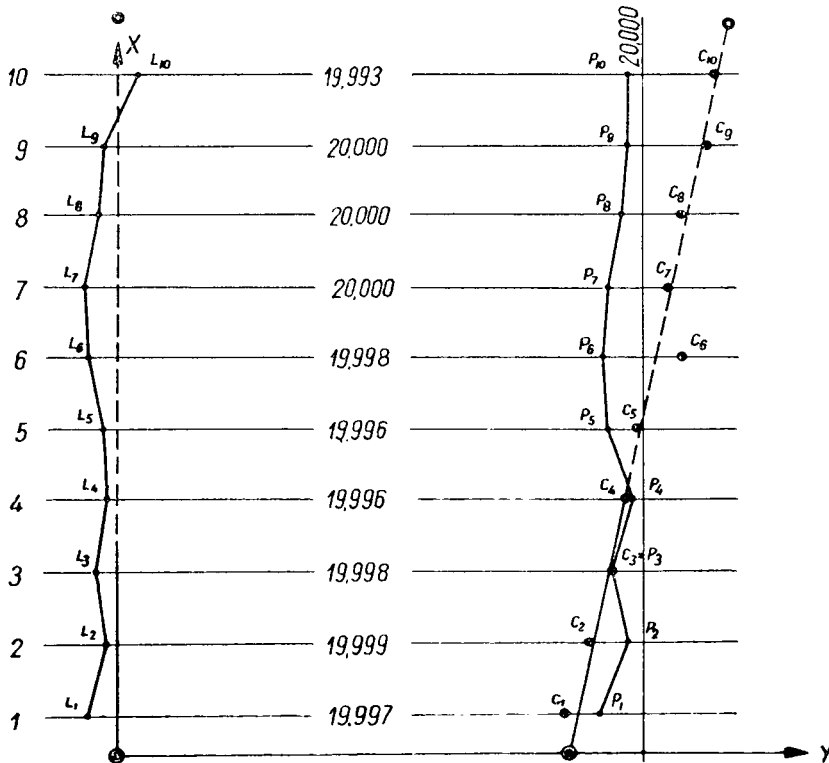


Zakaznik 2

Tablica 2

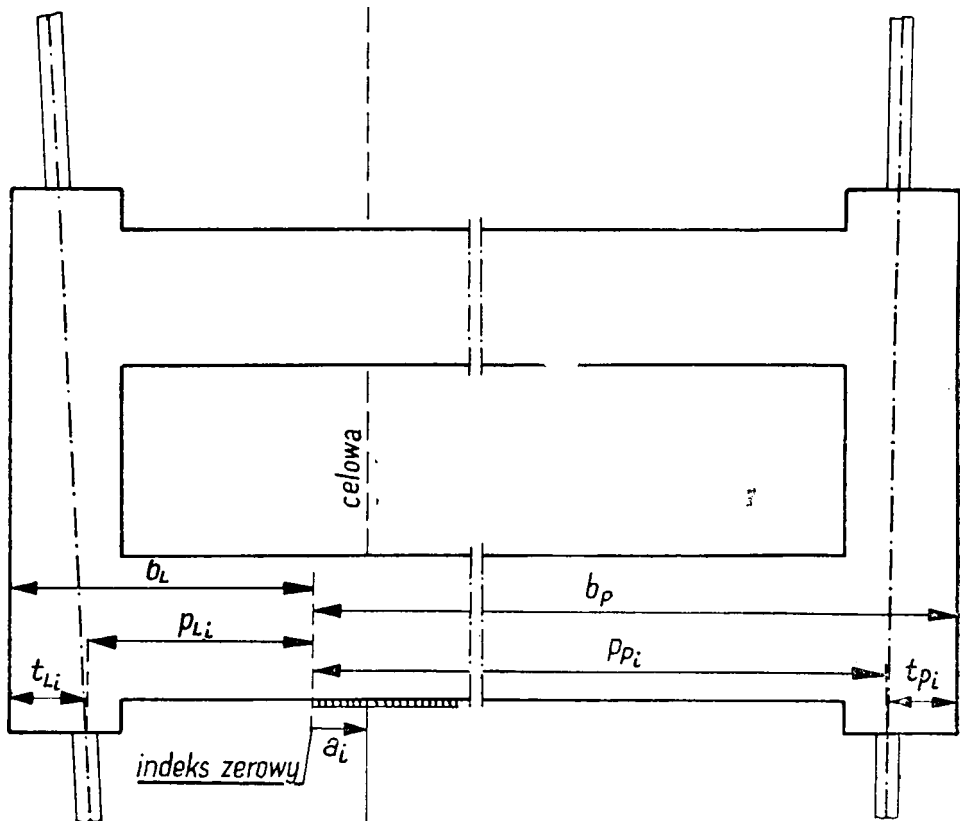
	r_L	r_P	u_L	c_P	Y_L	dr	G_i	Y_P	Y_c	i		$Y_c +$ -20,000 S	v		
										X_1	l				
1	59	56	6	7	-6	-3	0	19,997	19,991	19,984	1	1	-16	-14	-2,8
2	60	59	2	8	-2	-1	2	19,999	19,997	19,999	2	1	-11	-8	-1,0
3	49	47	4	0	-4	-2	1	19,998	19,994	19,994	3	1	-6	-2	0,8
4	50	50	2	1	-2	0	3	19,996	19,993	19,997	4	1	-3	2	0,6
5	51	47	3	-6	-3	-4	-1	19,996	19,993	19,999	5	1	-1	5	-0,6
6	44	42	6	-16	-6	-2	1	19,998	19,992	20,003	6	1	8	15	5,2
7	42	42	7	-12	-7	0	3	20,000	19,993	20,005	7	1	5	13	-1,0
8	42	45	4	-12	-4	0	3	20,000	19,996	20,008	8	1	3	17	-1,2
9	40	40	3	-16	-3	0	3	20,000	19,997	20,013	9	1	13	23	0,6
10	46	39	-4	-18	4	-7	-4	19,993	19,997	20,015	10	1	15	26	-0,6
										305	55	342	781		
										10	12	77			
										19,6	2,8	17,4	39,8		
											1,5	-24,5	-23,0		
										-3,2	16,4				

$$m_0 = \sqrt{\frac{[vv]}{n-2}} = \sqrt{\frac{40,4}{8}} = 2,2 \text{ mm}$$



Przykład wyznaczenia położenia szyn jezdni i oceny dokładności

Przy badaniu jezdni podsuwnicowej uzyskano wykresy wielkości r_L , r_P pokazane w załączniku 2. Wykresy te posiadają naniesione w trakcie badania dodatkowe linie poprzeczne, oznaczające miejsca postojów suwnicy, w których wykonywano odczyty odchylenia szyn od prostoliniowości. Oznaczenia te uzyskano przez ręczne odciąganie wózka każdego rejestratora wzdłuż prowadnicy od położenia odpowiadającego stykowi rolki napędowej z szyną. Uzyskane wykresy odpowiadają rejestracji dokonanej przy dwukrotnych przejazdach suwnicy wzdłuż całej jezdni tam i z po-



Rys. 23

wrotem. W niniejszym przykładzie liczbowym uwzględniono wielkości r_L , r_P odczytane w miejscach oznaczonych przekroji dla kierunku jazdy „tam”. Przykład obliczenia i wykres położenia szyn jezdni zawarte są w tabelicy 2.

W niektórych przypadkach ze względu na brak odpowiedniego miejsca dla ustawienia przyrządów pomiarowych i niemożliwość uzyskania wizur

wzdłuż szyn w ich pobliżu, konieczne jest wykonywanie pomiarów w nieco inny, podany dalej sposób. Pomiar rozstawu szyn jezdni prowadzimy sposobami opisanymi uprzednio, natomiast pomiar odchyłeń od prostoliniowości odbywa się przy wykorzystaniu łąty przytwierdzonej do dźwignara suwnicy w takim miejscu, aby istniała możliwość dokonywania obserwacji teodolitem ustawionym na początku hali w płaszczyźnie pionowej w przybliżeniu równoległej do osi jezdni. Schemat wyznaczenia zawiera rysunek 23.

Wg rysunku 23 na łącie wykonujemy odczyty „a” służące bezpośrednio do wyznaczania poprzecznych ruchów łąty wraz z suwnicą względem osi celowej. Wyznaczenie w układzie współrzędnych OXY położenia szyn jezdni wymaga wykonania przy początkowym ustawieniu suwnicy w pierwszym przekroju pomiaru wielkości b_L , b_P od zerowego indeksu łąty do punktów na zewnętrznych krawędziach belek czołowych oraz wielkości t_L , t_P od tych punktów do osi obu szyn. W rezultacie możemy obliczyć współrzędne Y osi szyn w tym przekroju:

$$Y_{L_1} = -p_{L_1} - a_1, \quad (17)$$

$$Y_{P_1} = p_{P_1} - a_1.$$

W każdym przekroju współrzędne Y punktów na osiach szyn wyznaczyć można z wzoru:

$$Y_{L_i} = -b_L + t_{L_i} - a_i, \quad (18)$$

$$Y_{P_i} = b_P - t_{P_i} - a_i.$$

Zmienne wielkości t_{L_i} , t_{P_i} związane z poprzecznymi przesunięciami mostu suwnicy nie są bezpośrednio wyznaczane, natomiast zastępuje je wyznaczanie wielkości r_L , r_P . Uwzględniając zmiany położenia mostu względem każdej szyny określone przez r_L , r_P możemy napisać:

$$Y_{L_i} - Y_{L_1} = t_{L_i} - t_{L_1} - a_i + a_1 = r_{L_i} - r_{L_1} - a_i + a_1, \quad (19)$$

$$Y_{P_i} - Y_{P_1} = -(t_{P_i} - t_{P_1}) - a_i + a_1 = -r_{P_i} + r_{P_1} - a_i + a_1.$$

W rezultacie podstawienia odpowiednich wyrażeń (17) do wzorów (19) możemy otrzymać wzory:

$$Y_{L_i} = -p_L + (r_{L_i} - r_{L_1}) - a_i, \quad (20)$$

$$Y_{P_i} = p_P - (r_{P_i} - r_{P_1}) - a_i.$$

Przykład wyznaczenia położenia szyn jezdni

Podczas pomiaru jezdni ustawiono teodolit nad znakiem pomiarowym na początku hali, zaś tarczę celowniczą nad znakiem przy końcu hali w takich miejscach, że oś celowa przebiega w przybliżeniu równoległe do kierunku jezdni wzdłuż swobodnego przejścia przeznaczonego na trasę

przewozu ciężarów (przewóz ciężarów wzdłuż hali przy użyciu suwnicy winien odbywać się przy ustawieniu wózka ponad wyznakowaną trasą wolną od urządzeń). Przykład obliczenia i wykres położenia szyn zawarte są w tablicy 3.

Tablica 3

$b_L=3,624$ $b_P=7,370$

L_P	a	r_L	r_P	t_L	t_P	$r_{L1} - r_{L1}$		$/r_{L1} - r_{L1} / -a_1$		Y_L	Y_P	s
						$r_{P1} - r_{P1}$		$-/r_{P1} - r_{P1} / -a_1$				
1	0,144	59	36	0,176	0,153			-0,144	-0,144	-3,592	7,073	10,665
2	0,137	53	33			-6	-3	-0,143	-0,134	-3,591	7,083	10,674
3	0,139	53	35			-6	-1	-0,145	-0,138	-3,593	7,079	10,672
4	0,143	61	36			2	0	-0,141	-0,143	-3,589	7,074	10,663
5	0,142	72	46			13	10	-0,129	-0,132	-3,577	7,085	10,662
6	0,148	67	46			8	10	-0,140	-0,138	-3,588	7,079	10,667
7	0,135	68	45			9	9	-0,126	-0,126	-3,574	7,091	10,665
8	0,139	59	39			0	3	-0,139	-0,136	-3,587	7,081	10,668
"	Kontrola			0,175	0,151			-3,588	7,080	10,668		

4. Wnioski z przeprowadzonych prób stosowania opisanych nowych sposobów pomiaru położenia szyn jezdni podsuwnicowych

Przeprowadzone dotychczas przez Pracownię Geodezji Inżynieryjno-Przemysłowej IGiK próby upoważniają do wysnucia niektórych wniosków dotyczących technicznej i ekonomicznej oceny opracowanych sposobów.

1. Stwierdzono, że przebieg wyznaczenia jest bardzo sprawny i szybki. W obecnej fazie przeprowadzania wyznaczeń bez uzyskanego uprzednio doświadczenia, czas potrzebny na wykonanie czynności pomiarowych dla jezdni około 150 m długości wynosi około 1 godziny. Nieco więcej czasu zajmują czynności przygotowawcze związane z przytwierdzeniem przyrządów i wykonaniem bezpośrednich pomiarów w pierwszym badanym przekroju. Należy spodziewać się, że po wprowadzeniu udoskonaleń do konstrukcji przyrządów w stosunku do konstrukcji modelu, znormalizowaniu uchwytów przyrządów mocowanych do suwnicy na stałe, oznaczeniu na suwnicach postulowanych znaków pomiarowych, zastabilizowaniu znaków osnowy w miejscach sprawdzonych pod względem stałości położenia i przydatności do pomiaru, wielokrotne pomiary kontrolne jezdni podsuwnicowych przy użyciu omówionych sposobów będą zajmowały nie więcej niż 1,5 godziny dla jednego cyklu. Tak wydatne skrócenie czasu wykonywania pomiarów posiada poważne znaczenie z uwagi na skrócenie czasu przestojów w pracy suwnic.

2. Stwierdzono, że dokładność wyznaczenia różnic rozstawu szyn jezdni przy użyciu metody rejestracyjnej charakteryzuje się błędem średnim

rzędu 1 mm. Dokładność wykonania pomiaru odchyień od prostoliniowości jest uzależniona głównie od warunków obserwacyjnych i długości jezdni i charakteryzuje się błędem średnim określenia współrzędnej Y rzędu 1—3 mm.

3. Stwierdzono, że dzięki zastosowaniu opisanych sposobów możliwe jest znaczne poprawienie warunków bezpieczeństwa wykonania pomiarów. Wyraża się ono głównie możliwością obserwacji prowadzonej z miejsc zabezpieczonych przed upadkiem lub uderzeniem oraz pozwala uniknąć bezpośredniego obsługiwanie przyrządów pomocniczych w miejscach wyznaczania położenia szyn jezdni.

4. Stwierdzono, że materiał uzyskiwany przy rejestracji r_L , r_P może być użyty nie tylko do geodezyjnego wyznaczania położenia szyn, lecz w drodze interpretacji może posłużyć do wyciągnięcia bardzo interesujących wniosków dotyczących sposobu jazdy suwnicy. Przykładem może być porównanie wykresów uzyskanych przy wielokrotnych kolejnych przejazdach suwnicy w tym samym kierunku. Dotychczas wykonane wykresy wskazują na daleko posuniętą systematykę sposobu jazdy (identyczność tras mostu w tych samych miejscach jezdni przy wielokrotnych przejazdach). Również interesująco przedstawia się wynik porównania tras mostu przy przejazdach tam i z powrotem, wskazujący na poważny wpływ zmian kierunku jazdy na położenie suwnicy na torze. Wydaje się, że po uzyskaniu bogatszego niż obecnie materiału badawczego, będzie można uzyskać szereg interesujących informacji w omawianym zakresie.

W zakończeniu pragnę dodać, że opracowane nowe sposoby dotyczą wyznaczenia tylko tych parametrów określających przyczyny nieprawidłowości jazdy suwnic i umożliwiających odpowiednie regulacje, które wg posiadanych informacji stanowią aktualnie przedmiot wyznaczania. Oczywiście możliwe jest prowadzenie prac badawczych w zakresie opracowania doskonalszych metod wyznaczania również innych omówionych parametrów, jednak rozpoczęcie badań jest uwarunkowane stwierdzeniem pełnego zakresu potrzeb ze strony specjalistów zajmujących się analizą i badaniami konstrukcji suwnic.

L I T E R A T U R A

- [1] Instrukcja technicznej eksploatacji i budowy suwnic w Przemysle Hutniczym. MPC, Katowice 1962.
- [2] Tymczasowa techniczna instrukcja geodezyjna. MPC, Warszawa 1958.
- [3] Smernice na promerovani jerabovych drah geodeticckymi metodami. Ustredni sprava geodezie a kartografie. 1964.
- [4] Mechanik, poradnik techniczny. Tom IV cz. 3. Dzwignice i przenośniki. PWT, Warszawa 1957.
- [5] Pawlicki K.: Elementy dzwignic. PWN Łódź—Warszawa 1962.
- [6] Juzwa K.: Sposoby przedstawiania geometrycznego kształtu jezdni podsuwnicowych. IV Krajowa Konferencja katedr wydziałów niegeodezyjnych. 1965.

Recenzował: Prof. dr Jerzy Gomoliszewski

Rękopis złożono w Redakcji w październiku 1965 r.

ВОИЦЕХ ЯНУШ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН НЕПРАВИЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Резюме

Работа содержит в первой части краткую характеристику конструкции и принципов действия кранов. Затем излагаются некоторые причины неправильного движения кранов, заключающегося в наезжании кромок беговых колес на годзки рельсов. Передвижение такого рода вызывает быстрый износ колес и рельсов, а также является причиной возникновения дополнительных вредных напряжений в конструкции крана и несущей конструкции полотна рельсов.

В дальнейшем представляются существующие и некоторые предлагаемые геодезические способы определения следующих параметров определяющих причины неправильного движения кранов:

- 1) Поперечное перемещение крана относительно рельсов во время езды,
- 2) Разности колеи рельсов и их изменения,
- 3) Обороты буферного бруса относительно рельсов,
- 4) Уклонение от прямолинейности и горизонтальности рельсов,
- 5) Перемещение колес в лагерах в осевом направлении,
- 6) Поперечное уклонение расположения колес относительно рельсов,
- 7) Установка оси колес,
- 8) Диаметры катучих поверхностей ведомых беговых колес,
- 9) Обороты подвижных кранов относительно перпендикулярного положения к направлению трассы,
- 10) Пологости моста крана.

Подробно излагаются разработанные в Институте геодезии и картографии новые методы автоматического определения колеи и расположения рельсов под краном во время езды крана.

Для этой цели применяются специальные регистрирующие устройства прикрепленные к крану и имеющие контакторы формы роликов катящихся по рельсам во время езды крана. Эти регистрирующие устройства создают возможность получения диаграм поперечных перемещений крана относительно рельсов. Интерпретация пар диаграм полученных из регистрирующих устройств прикрепленных при обоих рельсах создает возможность определения разностей колеи рельсов относительно базиса, которым является подвижной кран мостового крана. Кроме того в результате интерпретации диаграм полученных из регистрирующих устройств прикрепленных к одному буферному брусу можно определить обороты этого буферного бруса относительно соответствующего рельса трассы крана.

К регистрирующим устройствам прикрепляются в горизонтальном и ортогональном положении относительно рельсов соответствующие рейки, создающие возможность выполнения измерения уклонов рельсов от прямолинейности. Благодаря тому можно одновременно с регистрацией разностей колен быстро измерять отклонения от прямолинейности.

Проделанные испытания применения упомянутых новых способов показали большую точность определения и в тоже время большую скорость выполнения измерений.

WOJCIECH JANUSZ

GEODETIC RESEARCHES OF THE CAUSES OF IRREGULAR TRAVELLING
OF THE BRIDGE CRANE

S u m m a r y

The paper contains in its first part a short characteristic of the construction and principles of bridge crane work. Then had been discussed some causes of the irregular travelling of the bridge crane consisting in the running of the border of running wheels on the rail heads. Such a travelling causes a quick wearing of the wheels and rails, and also an arising of disadvantageous supplementary strains in the bridge crane construction, and in the construction of foundation substructure.

The next part of this paper is concerned with the existing and some proposed geodetic systems of determination of following parameters which define the causes of the irregular travelling of the bridge crane:

- 1) The transversal displacements of the bridge crane in relation to the rails during the travelling,
- 2) The difference of spane of the rails and their changes,
- 3) The rotations of the front girder in relation to the rails,
- 4) The deviations from the straight line and level of the rails,
- 5) The displacements of the wheels on the bearing bushes in the axial direction,
- 6) The transversal deviations of the wheels position in relation to the rails,
- 7) The setting up the wheel axis,
- 8) The diameters of the rolling surfaces of the driven running wheels,
- 9) The rotations of the girders in relation to the perpendicular position to the direction of the track,
- 10) The swing of the bridge crane.

The new methods of automatic determination of the spanning and position of the under bridge crane tracks during its travelling, elaborated in the Institute of Geodesy and Cartography, had been described in detail. For this purpose special recorders are applied fastened to the bridge crane, and having a contactor in the shape of rolls rolling on the rails during the bridge crane travelling.

These recorders facilitate the obtention of graphs of the transversal displacements of the bridge crane in relation to the rails. The interpretation of a pair of graphs obtained from the recorders fastened to both rails facilitates the determination of the difference of the rail spane in relation to the base, i. e. to the girder of bridge crane. Moreover, as a result of the interpretation of the graphs obtained from the recorders fastened to one front girder the rotation of this front girder can be determined in relation to the corresponding rail of the bridge crane track.

To the recorders in a horizontal and perpendicular positions towards the rails are fastened suitable staves which facilitate the performance of measuring of the rail deviations from the straight line. Owing to that we can measure simultaneously the deviations from the straight line with the registration of the spane in a quick manner.

The experimental work of applying the above mentioned new systems proved a great exactitude of determination and a simultaneous great quickness of the measurements performed.

DZIAŁ TECHNICZNY