

WOJCIECH JANUSZ

WYKRYWANIE SKOSZEŃ I SKRĘTÓW MOSTU SUWNICY W WARUNKACH DYNAMICZNYCH

ZARYS TREŚCI: Uzasadniono celowość wyznaczania skoszeń i skrętów mostu suwnicy jako jednej z przyczyn najeżdżania kołnierzy kół na boczne powierzchnie główek szyn. Przedstawiono możliwe sposoby wyznaczania skoszeń i skrętów.

Wprowadzenie

Wadliwa praca suwnic przejawia się głównie tym, że koła suwnicy toczą się po szynach z jednoczesnym ocieraniem kołnierzy kół o boczne powierzchnie główek szyn. Jest wiele przyczyn występowania tego zjawiska, wśród nich główne to:

- nieprostoliniowość i nierównoległość wzajemna szyn,
- nieprawidłowy rozstaw kół i nierównoległość wzajemna ich osi,
- różnice średnic toków kół napędzanych, spowodowane błędami wykonania lub wyrobieniem,
- poziome skręcanie się suwnicy względem kierunku jazdy i jej koszenie spowodowane głównie zróżnicowanymi poślizgami kół na obu szynach przy hamowaniu z mimośrodowym obciążeniem,
- deformowanie się konstrukcji nośnej podtorza.

Ocieranie kołnierzy kół o boczne powierzchnie główek szyn następuje przy znacznych siłach poziomych, o zróżnicowanej wartości i kierunku. Przyczynia się to do:

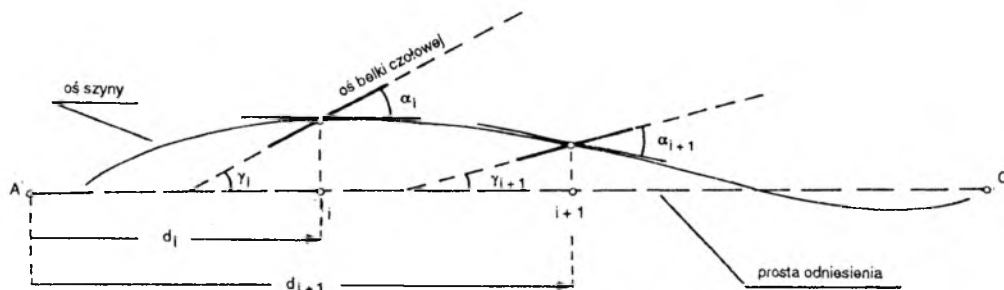
- zmniejszenia poziomu bezpieczeństwa pracy suwnic,
- zwiększenie poboru energii niezbędnej do jazdy suwnicy,
- przyspieszenia zużycia torów, suwnic i konstrukcji nośnej podtorza,
- zwiększenia uciążliwości ekologicznej (hałas, drgania).

Siła docisku koła do bocznej powierzchni główki szyny zależy głównie od tego, czy następuje rozpieranie bądź wzajemne przyciąganie szyn przez koła suwnicy, wskutek niezgodności rozstawu kół i szyn, oraz od wartości kąta α między kierunkiem osi szyny a poziomym kierunkiem osi toku koła.

Szerokość toku koła jest nieco większa od szerokości główki szyny, co pozwala na pewne nieznaczne przemieszczenia koła na szynie, którym nie musi towarzyszyć stykanie kołnierza z główką szyny. Jednak pomiary wykazują, że jeśli nawet różnica rozstawu szyn i kół jest mniejsza od różnicy szerokości toków i główek szyn, to znaczy gdy rozstawy kół i szyn mieszczą się w granicach tolerancji, to następuje najeżdżanie kołnierzy kół na boczne powierzchnie główek szyn, związane ze skręcaniem suwnicy z prostoliniowego kierunku jazdy, a także z odchyleniem szyn od prostoliniowości. Dlatego do oceny poprawności pracy torów i suwnic nie wystarcza mierzenie liniowych odchyłek szyn od prostoliniowości i projektowanego rozstawu oraz mierzenie rozstawu kół. Niezbędne jest również mierzenie kątów α skreću poziomego suwnicy względem kierunków szyn, duża wartość tego skreću w pewnym miejscu toru jest bowiem zapowiedzią, że w czasie dalszej jazdy występować będzie coraz silniejsze przypieranie kołnierza koła do bocznej powierzchni szyny, zwiększające opory tarcia, a w skrajnych przypadkach nawet prowadzące do zakleszczenia suwnicy lub spadania kół z szyn.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest metodyka wyznaczania poziomych skręceń belek czołowych mostu suwnicy, z oprawionymi w nich kołami lub wózkami kołowymi, względem osi szyn. Skręcenia te powinny być wyznaczane w sposób ciągły lub dyskretnie w pewnych ustalonych odstępach toru w czasie jazdy suwnicy.

Zgodnie z rysunkiem 1, w punkcie i toru, odległym od punktu początkowego A o d_i , zmierzony kąt między osią belki czołowej a prostą odniesienia wynosi γ_i . Dysponując wykresem rzeczywistej osi szyny możemy wyznaczyć kąt α_i między osią belki czołowej a styczną do wykresu rzeczywistej osi szyny w punkcie i . Podobnie w kolejnym miejscu toru $i+1$ określimy kąt α_{i+1} między osią belki czołowej a styczną do wykresu osi rzeczywistej szyny.

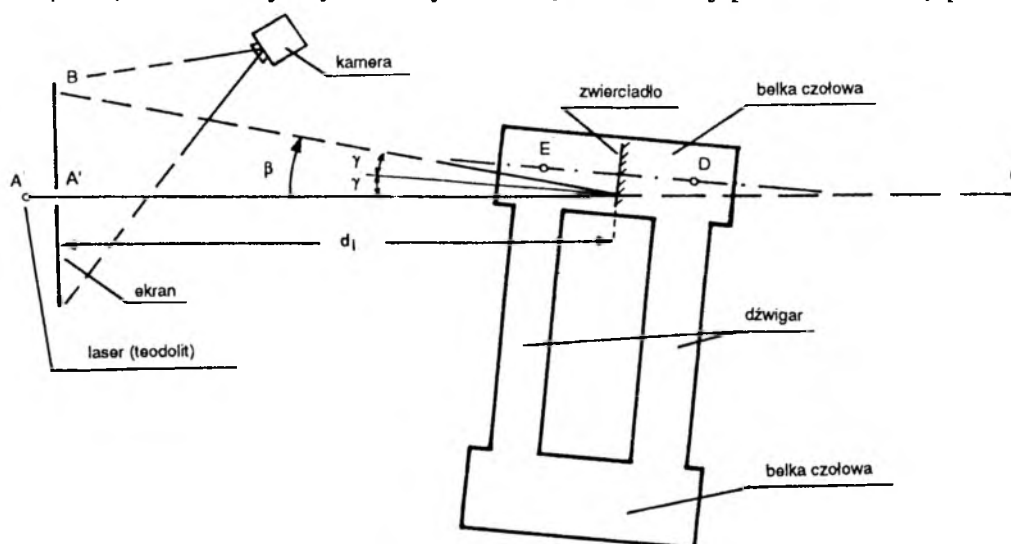


Rys. 1

Wyznaczenie odchylenia rzeczywistej osi szyny od prostej odniesienia powinno tu być dokonywane w warunkach obciążenia jadącą suwnicą. Może to być dokonywane np. przy użyciu rejestratora poprzecznych przemieszczeń suwnicy względem szyny, przytwierdzonej do niego łąty oraz teodolitu ustawionego na początku toru, o lunecie zorientowanej na celownik przy końcu toru, tj. wzdłuż prostej odniesienia [3]. Pomiary takie mogą być dokonywane dyskretnie, w momentach zatrzymywania suwnicy w ustalonych miejscach bądź też w czasie powolnej jazdy.

Wyznaczanie kątowych odchyień γ osi belki czołowej od kierunku prostej odniesienia

Kąt γ odchylenia osi belki czołowej od kierunku prostej odniesienia możemy wyznaczać w czasie jazdy suwnicy przy wykorzystaniu zestawu urządzeń: nadajnik laserowy, zwierciadło płaskie, ekran, kamera filmowa. Zgodnie z rysunkiem 2, nadajnik laserowy ustawiamy w punkcie A na początku prostej odniesienia tak, aby emitowana, skupiona wiązka promieniowania laserowego przebiegała na wysokości nieco wyższej niż górna powierzchnia belki czołowej i była wycelowana w tarczę C ustawioną na przeciwległym końcu prostej odniesienia. Na górnej powierzchni belki czołowej ustawiamy zwierciadło płaskie i orientujemy go prostopadłe do osi belki. W rezultacie wiązka promieniowania laserowego odbita od zwierciadła tworzy na ekranie ustawionym przed nadajnikiem ślad w punkcie B. Odległość A'B zmierzona na ekranie, podzielona przez odległość d_1 ekranu od zwierciadła, wyznacza tangens kąta $\beta = 2\gamma$. W czasie jazdy suwnicy ślad wiązki laserowej przemieszcza się po



Rys. 2

ekranie stosownie do zmian kąta γ , to znaczy skrętów belki czołowej względem kierunku prostej odniesienia. Przemieszczenia te możemy rejestrować, wykonując kamerą filmową zdjęcia ekranu z "biegającym" po nim śladem wiązki laserowej. Jeśli suwnica jedzie ze stałą prędkością, to jesteśmy w stanie łatwo zidentyfikować klatkę filmu z odfotografowaną pozycją śladu wiązki laserowej, odpowiadającą określonej odległości d_i zwierciadła od ekranu. Wówczas jesteśmy w stanie ustalić kąt γ_i z zależności

$$\frac{A'B_i}{d_i} = \operatorname{tg} 2\gamma_i$$

W przypadku braku synchronizacji prędkości jazdy suwnicy i prędkości filmowania trzeba zastosować sposoby identyfikacji klatek filmu z odległościami suwnicy od ekranu, polegające na odpowiedniej sygnalizacji momentów przejazdu suwnicy przez interesujące nas miejsca toru. W tym celu można na przykład w momencie przejazdu suwnicy przez interesujące nas miejsca toru zasłaniać na chwilę zwierciadło, wywołując chwilowy brak śladu wiązki laserowej na ekranie.

Wyznaczanie kątów γ na podstawie fotograficznej rejestracji śladów wiązki laserowej na ekranie może odbywać się z dużą częstotliwością przez pomiar odległości $A'B$ na kolejnych klatkach filmu. Ograniczeniem stosowalności tego sposobu jest jednak zasięg emitowanej wiązki laserowej o intensywności wystarczającej do fotografowania jej śladu na ekranie. W przypadku gdy zasięg ten staje się zbyt mały, można zadanie wykonywać bez posługiwania się kamerą i nadajnikiem. Wówczas zamiast nadajnika laserowego ustawiamy w punkcie A lunetę teodolitu, którą orientujemy na punkt C , a następnie - po ustawieniu na suwnicy zwierciadła - obserwujemy według kreski pionowej odczyty łąty umieszczonej poziomo w miejsce ekranu. Tym sposobem możemy na łącie odczytywać odległości $A'B_i$ odpowiadające kątom γ_i skrętu suwnicy w momentach dokonywania odczytów. Praca obserwatora polega tu na ciągłym ogniskowaniu lunety w czasie jazdy suwnicy i wykonywaniu odczytów na łącie w momentach sygnalizowania przejazdu suwnicy przez określone, interesujące nas miejsca toru. W tym przypadku dogodnym sposobem sygnalizacji mogą być błyski latarki zapalanej przez pomocnika siedzącego na jadącej suwnicy lub wywoływane przez niego sygnały dźwiękowe.

Do prawidłowego ustawienia zwierciadła na belce czołowej konieczne jest zidentyfikowanie jej osi, którą możemy uważać za określoną przez dwa punkty znajdujące się nad przecięciami osi kół i osi toków kół DE (rys. 2). Najwygodniej jest ustawić zwierciadło w takim położeniu suwnicy, przy którym odcinek DE jest równoległy do prostej odniesienia AC . Wówczas zwierciadło trzeba ustawić na belce czołowej tak, aby obraz osi obiektywu lunety teodolitu odbity w zwierciadle pokrył się z pionową kreską krzyża. Oczywiście, zamocowanie zwierciadła zwrotnego musi być w tym celu wykonane w sposób gwarantujący możliwość skręcenia go w poziomie i w pionie w stosunku do podstawy

przytwierdzonej do belki czołowej. Zwierciadło należy ustawiać w miarę możliwości w pobliżu środka rozpiętości belki czołowej. Ze względów praktycznych umocowanie podstawy zwierciadła do belki czołowej powinno być stosunkowo łatwe, a jednocześnie na tyle mocne, aby w czasie jazdy zwierciadło nie mogło samoczynnie obracać się w stosunku do mostu suwnicy pod wpływem jego drgań. W tym celu podstawa zwierciadła wykonana jest w postaci płyty z otworami, przytwierdzanej za pomocą nagwintowanych kołków stalowych, wstrzelonych w górną powierzchnię belki czołowej. Zwierciadło przytwierdzone jest do podstawy w sposób umożliwiający obracanie go na pionowej osi (skręty poziome), jak też nachylanie wokół osi poziomej. Skręty poziome i pionowe zwierciadła powinny być wykonywane przy użyciu leniwiek, natomiast po prawidłowym zorientowaniu zwierciadła powinno nastąpić jego sprzęgnięcie z podstawą, odporne na wpływ drgań uruchomionej suwnicy.

W czasie jazdy suwnicy następują drobne skręty poziome i zmiany nachylenia mostu, w momentach między kolejnymi zdjęciami ekranu. W związku z tym trzeba się liczyć z faktem, że również w czasie ekspozycji następują drobne skręty wywołujące pewne rozmycie obrazów śladów wiązki laserowej. Zwłaszcza w czasie przejazdu suwnicy po odcinku toru, na którym następuje stopniowe zwiększenie lub zmniejszenie skrętu, rozmycie to może przybierać charakterystyczny kształt kresek poziomych, co wymaga później, przy opracowywaniu wyników, wypośredkowania średnich położzeń śladu wiązki laserowej.

Wyznaczanie skoszeń mostu suwnicy

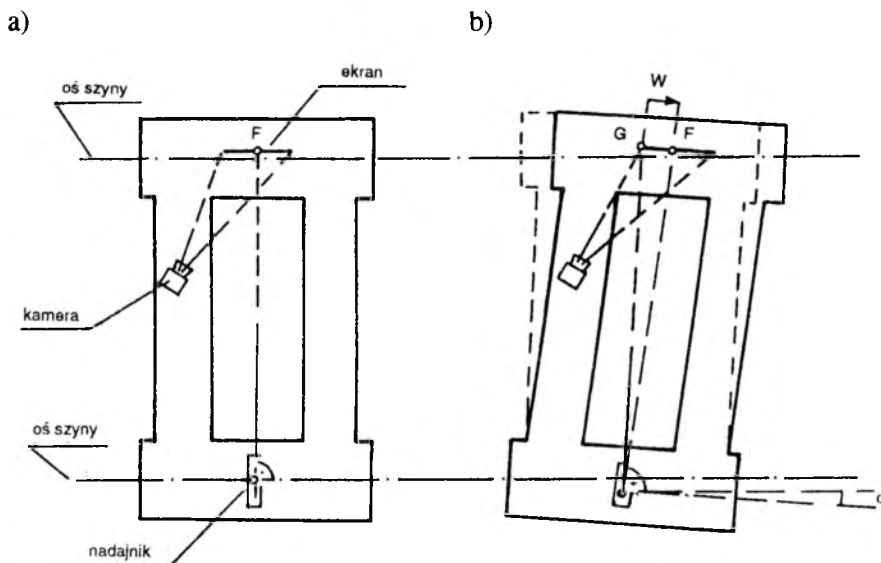
Podczas hamowania suwnicy z obciążeniem mimośrodowym występują siły poziome wywołujące deformacje mostu, zwane skoszeniami, które są interesujące jako pewien sygnał o możliwości dodatkowego skrócenia belek czołowych w stosunku do szyn. W pewnym uproszczeniu przyjmuje się, że skoszenie polega na zmianie prostokątnego kształtu rzutu poziomego mostu na równoległoboczny, jak to przedstawiono na rys. 3. Hamowanie z mimośrodowym obciążeniem powoduje na ogół niejednakowy poślizg kół na obu szynach, wskutek czego jedna belka czołowa "wyprzedza" drugą belkę o wartość W , wskutek zdeformowania mostu. Jednak wyprzedzenie to jest połączone zazwyczaj z pewnym skróceniem belek czołowych w stosunku do szyn o kąt α , następującym w czasie hamowania. Skrócenie może też następować w wyniku nieprawidłowego usuwania skoszenia przez "dobijanie" suwnicy do odbojnic na końcu toru, kiedy to następuje likwidacja wyprzedzenia W i częściowe tylko usunięcie skoszenia.

Dotychczas skoszenia mostu wyznacza się na podstawie pomiaru różnic długości przekątnych mostu. Pomiaru takie są możliwe do wykonania jedynie w warunkach postoju suwnicy. Mają one istotne znaczenie przy montażu suwnicy, natomiast w czasie jej eksploatacji korzystne byłoby wyznaczanie innego parametru, charakteryzującego skoszenie w sposób ciągły, w czasie jazdy, zatrzymywania i ponownego uruchamiania suwnicy. Takim parametrem może być wyprzedzenie W .

W celu wyznaczenia W umieszczamy na jednej czołownicy nadajnik laserowy, emitujący wiązkę prostopadłą do jej osi a na drugiej ekran z łąką, na który rzucane są ślady tej wiązki. Mimośrodowo na dźwigarze umieszczamy kamerę filmującą ekran w czasie jazdy suwnicy. Jeśli przyjmiemy, że ślad wiązki, przy suwnicy nieskoszonej (rys. 3a) znajduje się w punkcie F , po jej skoszeniu zaś (rys. 3b) w punkcie G , to odcinek $GF = W$ charakteryzuje wielkość skoszenia. Ciągły (lub prawie ciągły) obraz skoszeń suwnicy w czasie jej jazdy uzyskujemy filmując ekran i ślad wiązki przemieszczający się po nim stosownie do skoszeń.

Pomiary skrętów obu czołownic względem obu szyn toru i pomiary wyprzedzeń W mogą dać największe korzyści interpretacyjne w przypadku, gdy wykonywane są równocześnie podczas jazdy suwnicy. Równocześnie z nimi powinny być wykonywane pomiary odchyleń szyn od prostych odniesienia, jak również pomiary poprzecznych przemieszczeń suwnicy względem szyn. Obecnie znane są metody wykonania każdego z tych pomiarów, natomiast pewnym, dosyć trudnym problemem, głównie natury organizacyjnej, jest możliwość równoczesnego ich wykonania. Z tego powodu, myśląc o pokonaniu tej bariery badawczej, trzeba będzie jednak w pierwszym etapie wykonywać poszczególne pomiary kolejno, ewentualnie wielokrotnie, przy wielu przejazdach suwnicy, w celu stwierdzenia, czy przy poszczególnych przejazdach występuje charakterystyczna powtarzalność wyników, umożliwiającą interpretowanie wszystkich wspomnianych rodzajów pomiarów wykonywanych nierównocześnie.

Badania tego typu mogą być przydatne szczególnie w tych przypadkach, gdy dokonywane regulacje toru i suwnicy nie przynoszą istotnej poprawy ich pracy, lub gdy poprawa taka następuje na krótko. Powinny one prowadzić do lokalizowania miejsc i określania przyczyn wadliwej pracy torów.



Rys. 3

LITERATURA

- [1] Anigacz W.: *Modyfikacja geodezyjnych metod projektowania rektyfikacji jezdní podsuwnicowych*. Studia i monografie. Opole: WSI 1992 z.57
- [2] Janusz J.: *Metoda wyznaczania przemieszczeń punktów z wykorzystaniem odbić zwierciadlanych*. Konferencja naukowo-techniczna "Problemy automatyzacji w geodezji inżynierskiej". Warszawa 1993
- [3] Janusz W.: *Geodezyjne badanie przyczyn nieprawidłowej jazdy suwnic mostowych*. Prace IGIK 1966 T.13 z.2(29) 1966
- [4] Janusz W.: *Obsługa geodezyjna budowli i konstrukcji*. Warszawa: PPWK 1975
- [5] Janusz W.: *Co, dlaczego i jak mierzyć przy geodezyjnych badaniach torów podsuwnicowych*. Geodezja és Kartografia (Budapeszt) 1985 nr 4

Przyjęto do opublikowania w dniu 21 grudnia 1992 r.

WOJCIECH JANUSZ

DETECTION OF BEVELS AND TORSIONS OF GANTRY BRIDGE
AT DYNAMIC CONDITIONS

S u m m a r y

Usefulness of detecting bevels and torsions of gantry bridge, which are the main reasons of knocking down side surfaces of railheads by wheel rings, has been discussed in the article. The applicable method of measuring torsions of the gantry was presented. This is autocollimation method, based on using:

- laser located at the forefront of a track, which emits coherent beam along rails
- flat mirror fixed at the front gantry beam
- screen with a hole placed before laser
- cinecamera recording trace of laser beam on the screen.

The applicable method of measuring bevels was also presented. It is based on film recording with the use of camera, which is placed on the gantry crane, trace of coherent laser beam formed on the screen located on the front beam. Laser beam is emitted by the instrument fixed on the second front beam. Socalled "outpaces" of one front beam by the second are measured; they arise due to bevelling of the gantry bridge.

Translation: Zbigniew Bochenek

ВОЙЦЕХ ЯНУШ

ОБНАРУЖЕНИЕ СКОСОВ И ИЗГИБОВ МОСТА КРАНА
В ДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Резюме

Обоснована целесообразность определения скосов и изгибов моста крана как одной из причин наезда манжет (фланцев) колос на боковые поверхности головок рельсов.

Представлен возможный для применения способ измерения скосов крана автоколлимационным методом с использованием лазера, умышленного в начале пути, эмиттирующего концентрированный пучок вдоль рельсов; плоского зеркала, закрепленного на торцовой балке крана; экрана с отверстием, установленного перед лазером и кинокамеры, фотографирующей след лазерного пучка на экране.

Представлен возможный для применения способ измерения скосов, заключающийся в фотографировании камерой, установленной на прогоне крана, следа концентрированного лазерного пучка на экране, помещенном на торцовой балке. Пучок эмиттирован лазером, установленным на другой торцовой балке. Предметом измерения является тут "обгон" одной торцовой балки другой, возникающий в результате скоса моста крана.

Перевод: Roza Tolstikowa