

Badania G. Marié'go nad wahaniami taboru kolejowego.¹⁾

W ostatnim dwudziestolecu, autorzy licznych badań, dotyczących wzajemnego oddziaływania taboru i toru kolejowego, starali się wyznaczyć siły działające na tor i odkształcenia, które te wywołują, głównie celem wyjaśnienia warunków trwałości i wytrzymałości poszczególnych części budowy wierzchniej. Teoretyczne badania SCHWEDLERA, ZIMMERMANA, ASTA, FLAMACHE'A, CHOŁODECKIEGO, PETROWA i innych wyświełiły skomplikowaną zależność nateżeń i odkształceń w poszczególnych częściach budowy wierzchniej od obciążenia w spoczynku i podczas ruchu pociągów o różnych szybkościach, zaś spostrzeżenia HENTSCHELA, COÛARDA, DUDLEYA, STECEWICZA, WASIUTYŃSKIEGO i innych dały tym badaniom podstawę doświadczalną.

Racjonalne projektowanie budowy wierzchniej drogi żelaznej, zapewniające jej trwałość i wytrzymałość, stało się możliwem.

Mniejszą stosunkowo uwagę zwrócono na pochodzenie sił wyjątkowo dużych, działających na tor, oraz na sposoby zmniejszenia tej ich części, która wynika z wadliwości budowy toru i taboru, i wywołuje niejednokrotnie wykolejenia taboru, nawet gdy tor jest najzupełniej wytrzymały i trwały.

A jednak statystyka nieszczęśliwych wypadków na drogach żelaznych wykazuje, że przypadki wykolejeń stosunkowo rzadko mogą być złożone na karb niedosć trwałej i wytrzymałej budowy wierzchniej; przeciwnie, widzimy, że przyczyny wykolejeń często pozostają niewyjaśnionemi. Świadczy to, jak mało są dotychczas zbadane warunki, w jakich odbywa się ruch taboru po torze, i okoliczności, mogące spowodować wykolejenia, nawet wówczas, gdy tor i tabor są napozór w zupełnym porządku.

Z tego też względu na szczególną uwagę zasługują niedawno ogłoszone badania inż. MARIÉ, znanego specjalisty w sprawach taboru kolejowego; dotyczące wahań taboru, spowodowanych właściwościami lub też niedokładnościami budowy taboru i toru.

Jeżeli tor posiada nierówności lub jeżeli obie szyny toru nie znajdują się na jednym poziomie, to połączenie sprężyste ostoi wagonu z osiami zapomocą resorów wywołuje wahanie podłużne i poprzeczne pudła wagonu, które, wzrastając przy zbiegu okoliczności nieprzyjanych, mogą same przez się spowodować podniesienie koła.

Z drugiej znów strony wahanie te odciażają poszczególne osie i koła i osłabiają przeciwdziałanie siły ciężkości nabieganiu koła na szynę w chwili, kiedy ono pod wpływem sił, działających w kierunku osi zestawy, ciśnie na szynę lub uderza o nią.

Przy przejściu przez nierówności toru koło, wskutek bezwładności, ma dążność do wzniesienia się nad powierzchnię toczną, czemu sprzyja również odciażenie koła.

Nadto w parowozie wahanie resorów powstają niezależnie od przyczyn zewnętrznych, wskutek bezwładności części maszyny, będących w ruchu.

Głównym przedmiotem badań inż. MARIÉ jest wyjaśnienie warunków, przy których wahanie pudła wagonu, wobec okoliczności wymienionych powyżej, mogą się stać niebezpiecznemi, jak również ustalenie środków, umożliwiających utrzymanie tych wahań w granicach, zapewniających bezpieczeństwo.

¹⁾ Georges Marié. Les dénivellations de la voie et les oscillations du matériel des chemins de fer. Les oscillations du matériel des chemins de fer à l'entrée en courbe et à la sortie. Les oscillations du matériel et la voie. Les oscillations du matériel dues au matériel lui même Paris, H. Dunod et E. Pinat. 1906—1907.

Autor rozpatruje najpierw wahanie taboru, wynikające z nierówności toru w profilu podłużnym, zakrzywień lub przypadkowych nieprawidłowości w rzucie poziomym, oraz z budowy samego taboru, następnie zaś rozważa wypadki gromadzenia się wahań, pochodzących z różnych przyczyn.

Opierając się na spostrzeżeniach COÛARDA, dotyczących *stałych odkształceń szyn w płaszczyźnie pionowej*, a mianowicie ugięcia szyn od środka do złącza, MARIÉ zastępuje linię falistą, która się przy tem tworzy, linią zębatą, t. j. ze schodkami w równych odstępach naprzemian w dół i w górę takiej wysokości h , przy której amplituda wahań resoru wagonu będzie taka sama, jak przy przejściu koła przez wgłębienie.

Gdyby spadanie koła z jednego schodka i podnoszenie się tegoż koła na schodek następny, następowały po sobie w odstępach czasu równych trwaniu jednego wahnienia resoru, to amplituda wahań resoru, wywołanych przez te dwa schodki, byłaby równa $4h$, wskutek zaś jednoczesnego powtarzania się (synchronizmu) wahań resorów i schodków, amplituda wahań resoru wzrastałaby nieograniczenie, *gdyby resor nie podlegał tarcia*.

Tarcie między piórami resoru zmniejsza amplitudę jego wahań i stopniowo doprowadza resor do stanu spoczynku.

Dlatego też MARIÉ w pracach swych zajmuje się głównie zbadaniem dobroczynnego wpływu tarcia resorów i ich wieszadeł, jak również innych oporów w spodach taboru, na zmniejszenie wahań pudła i przeciążenia poszczególnych osi i kół wskutek różnych przyczyn, oraz ustaleniem warunków, przy których pomienione urządzenia będą sprowadzały wahanie do granic, zapewniających bezpieczeństwo ruchu.

MARIÉ podaje nowy wzór dla *sumy sił tarcia resoru, sprowadzonych do punktu przyłączenia obciążeń resoru*:

$$f = 2\varphi (n - 1) \frac{c}{l},$$

w którym φ oznacza współczynnik tarcia,

n — ilość piór resoru,

c — grubość piór resoru,

l — długość resoru,

i wyprowadza *warunek zbieżności wahań* (to znaczy stopniowego ich zmniejszania się, a nie zwiększania) przy wyżej wzmiankowanych najmniej dogodnych warunkach amplitudy wahań i rozmieszczenia nierówności na powierzchni tocznej. Warunek ten jest następujący:

$$h \leq 2fa,$$

gdzie h oznacza wysokość schodka i a ugięcie resoru skutkiem obciążenia statycznego.

Jeżeli powyższy warunek będzie zachowany, to amplituda wahań nie przewyższy $2h$.

Opierając się na tych prostych wzorach i posilując się przeważnie sposobem graficznym, MARIÉ rozpatruje wahanie parowozów, tendrów i wagonów różnych typów pod względem urządzenia spodów, resorów i ich wieszadeł, położenia środka ciężkości pudła i t. p. przy różnych szybkościach ruchu pociągu, różnych długościach szyn, przy złączach przeciwległych i naprzemianległych, w wypadku osiadań miejscowych toru i t. p. Przytem określa on dla pojazdów różnych typów *szybkości krytyczne*, przy których może nastąpić zbieg wahań pojazdu z nierównościami toru w złączach i *współczynniki bezpieczeństwa ruchu* tychże pojazdów według wzoru: $N = \frac{2fa}{h}$.

Jedno całkowite wahnienie resoru trwa według MARIÉ około jednej sekundy.

Z badań tych wynika, że parowozy, tendry i wagony konstrukcyi, będących obecnie w użyciu, posiadają bardzo niejednakową stateczność względem wahań pionowych, wynika-

jących z nierówności toru, oraz, że niektóre z nich mogą podlegać wahaniom wzrastającym przy ruchu *po torze w złym stanie*. Opierając się na pomiarach, przeprowadzonych przez COŃARDA na torach z szynami wagi 39 kg/m (29 f/st), MARIÉ dochodzi do wniosku, że *na torach dobrze utrzymanych*, po których przebiegają pociągi kuryerskie, ugięcie stałe końców szyn względnie do środkowej części, nie powinno przekraczać 4 mm, łącznie zaś z ugięciem chwilowym, cokolwiek większym na końcu szyny, niż w środku, oraz z innymi jeszcze nierównościami, nie powinno być większe jak 6 mm.

Widoczne jest, że wyżej wzmiankowany warunek zbieżności wahań: $h \leq 2fa$ będzie najlepiej zachowany przy resorach miękkich i posiadających duże tarcie. *Resory miękkie* nie są więc bynajmniej zbytkiem, lecz przeciwnie niezbędną ochroną przed niebezpiecznymi wahaniami taboru. Należyte tarcie w resorach można zawsze osiągnąć, dając im odpowiedni ustrój, zwiększając ilość piór, zmniejszając długość resoru i t. p.

Jednym z najważniejszych wniosków MARIÉ jest stwierdzenie *niezależności od szybkości ruchu pionowych wahań taboru*, wynikających z nierówności toru. Jakkolwiek bowiem wahania, wywołane przez powtarzające się zagłębienia w złączach, są największe przy pewnym określonym stosunku pomiędzy szybkością biegu a długością szyny, to jednakże przy dalszym wzrastaniu szybkości znowu się zmniejszają.

W ten sposób dochodzimy do wniosku, że nawet przy bardzo dużej szybkości nie należy obawiać się wahań pionowych pociągu, wynikłych z powtarzających się nierówności toru, o ile wahania te nie są niebezpieczne przy szybkości krytycznej, której wielkość bezwzględna może być jednak dość nieznaczna. Tak np. dla różnych typów lokomotyw, tendrów i wagonów, rozpatrywanych przez MARIÉ, szybkość krytyczna przy długości szyn 10 m wynosi od 108 do 36 km/godz.

Nie należy jednakże zapominać, że *nacisk na szynę wskutek bezwładności kół* wzrasta proporcjonalnie do kwadratu szybkości, wobec czego niezbędnym jest, aby przy dużych szybkościach tor był dostatecznie sztywny i nie podlegał odkształceniom stałym.

Niebezpieczniejszymi od powtarzających się nierówności umiarkowanych są poszczególne *nierówności duże*. Dwa, trzy wgłębienia od 15 do 20 mm, znajdujące się w odstępach niekorzystnych dla danej szybkości, mogą doprowadzić do wykolejenia wskutek zbiegu z nimi okresów wahań resorów.

Szczególnie niebezpieczne są *nierówności jednostronne*, to jest nierówności w jednym toku kolejowym, powstałe wskutek złączy naprzemianległych, jednostronnego osiadania toru i t. p. przyczyn; wywołują one poprzeczne wahania taboru około środka, położonego na wysokości wierzchu maźnicy. Amplituda takich wahań jest tem większa, im wyżej leży środek ciężkości pudła, im węższe jest rozstawienie resorów i im resory są miększe. Wynika stąd, że miękkość resoru należy ograniczyć warunkiem, by stateczność poprzeczna pojazdu była wystarczająca.

Warunek stateczności pojazdu względem wahań poprzecznych MARIÉ wyraża we wzorze: $m^2 - an > 0$, gdzie m oznacza połowę szerokości rozstawienia resorów, n wysokość środka ciężkości pudła pojazdu ponad środkiem wahań, a strzałkę ugięcia resoru przy obciążeniu statycznym.

Podobne poprzeczne wahania taboru powstają również

przy wejściu pociągu na łuki i przy zejściu z nich pod działaniem siły odśrodkowej, jeżeli łuki kołowe nie są połączone z prostymi zapomocą łuków przejściowych.

Amplituda pierwszego wahnięcia przy wejściu na łuk kołowy lub zejściu z niego, choćby łuk ten był ułożony z całkowitem podniesieniem szyny zewnętrznej odpowiednio do siły odśrodkowej, ale bez łuków przejściowych, jest zbliżona do zdwojonej amplitudy wahnięcia, które powstałoby skutkiem przejścia z położenia statycznego przed łukiem do położenia statycznego na łuku.

Z tego widzimy, że podniesienie szyny zewnętrznej na łuku kołowym ułożonym bez łuków przejściowych, choćby zupełnie odpowiadało szybkości pociągu, nie zabezpiecza go jednak od wykolejenia. Dlatego też MARIÉ uważa za konieczne, aby na torach, po których kursują pociągi ze znaczną szybkością, urządzone były przynajmniej krótkie łuki przejściowe, jeżeli zaś łuków przejściowych niema, to radzi aby stosować na łukach kołowych podniesienie szyny zewnętrznej o połowę wysokości, odpowiadającej sile odśrodkowej (u wejścia cokolwiek więcej niż połowę, u zejścia cokolwiek mniej): przy takim urządzeniu otrzymamy stosunkowo najmniejsze wahania, a więc najmniejsze odciążenie kół.

Wogóle dla zmniejszenia wahań poprzecznych taboru ważniejsze jest urządzenie łuków przejściowych, niż podniesienie szyny zewnętrznej.

Według obliczeń MARIÉ, przy zastosowaniu łuków przejściowych pociągi mogą bezpiecznie przebiegać z szybkością do 120 km/godz. po łukach o promieniu 800 m.

Boczne uderzenia koła o szyny powstają z dwóch przyczyn, a mianowicie wskutek działania siły odśrodkowej i wskutek obrotu pojazdu około osi pionowej, przechodzącej przez środek ciężkości. Wyżej opisane wahania wagonu około osi poziomej przy wejściu na łuk i przy zejściu z niego jest połączone z uderzeniem koła o szyny, proporcjonalnem do siły odśrodkowej. Jednocześnie z uderzeniem koła o szyny, wagon powinien się wykręcić około osi pionowej, co wzmacnia siłę tego uderzenia.

MARIÉ wnioskuje, że pierwsza z wymienionych dwóch przyczyn znacznie więcej wpływa na siłę uderzenia niż druga, szczególnie na łukach o dużym promieniu i przy odpowiednio dużej szybkości, dlatego też nie bierze on tej ostatniej pod uwagę.

Po wyprowadzeniu wzorów na wielkość odciążenia koła i uderzenia koła o szynę przy wejściu na łuk i zejściu z niego, MARIÉ robi nader zajmujące uwagi o warunkach, przy których obrzeże koła może *stopniowo* wejść na szynę i doprowadzić do wykolejenia pociągu.

Rozpatrując dwa różne przypadki *tarcia obrzeża obręczy o szynę*, MARIÉ dochodzi do wniosku, że, jeżeli os pojazd jest prostopadła do osi toru, to nacisk boczny koła, przy którym mogłoby ono zejść z szyny, musi być co najmniej 4 razy większy od nacisku pionowego. Jeżeli jednak os przednia parowozu nie jest prostopadła do osi toru, to wykolejenie jest już możliwe, gdy nacisk boczny koła wynosi 1 do 1,5 nacisku pionowego. Ze względu na te okoliczności MARIÉ uważa, że konieczne jest zastosowanie półwozaków na przodzie parowozów prowadzących pociągi o dużej szybkości, a prócz tego cały tabor takich pociągów należy zaopatrzyć w urządzenia zmniejszające siłę uderzeń bocznych zapomocą dostatecznie obliczonego tarcia.

(D. n.)

A. Wasintyński.

Stan obecny telegrafu bez drutu.

(Dokończenie do str. 377 w № 32 r. b.).

III. Stacya odbierająca.

Przyrządy odbierające sygnały telegraficzne, łatwiejsze do wykonania i znacznie tańsze od przyrządów wysyłających, są bardzo rozmaite. Urządzenia wprowadzone przed r. 1903 nie doznały od tego czasu zmian poważniejszych, a jeżeli nawet zjawiały się nowe wynalazki, to nie usuwały one jednak z użycia urządzeń dawniejszych.

Jak wiadomo, fale elektryczne, wytworzone przez antenę wysyłającą, napotkawszy na swej drodze antenę odbierającą, wywołują w niej odpowiednie drgania elektryczne, czyli prądy o wielkiej liczbie zmian a małym przepływie (natężeniu), które wykrywamy zapomocą t. zw. detektorów. Wszystkie, cośmy powiedzieli dotychczas o zjawiskach rezonansu i łączenia obwodów wysyłających, da się zastosować również do obwodów odbierających.