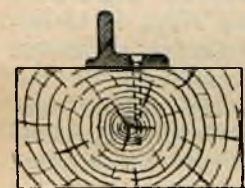


# Notatki z historii budowy wierzchniej dróg żelaznych.

Prof. inż. dr. ALEKSANDER WASIUTYŃSKI.

## 1. Stulecie dróg żelaznych. Pierwotne koleje szynowe.

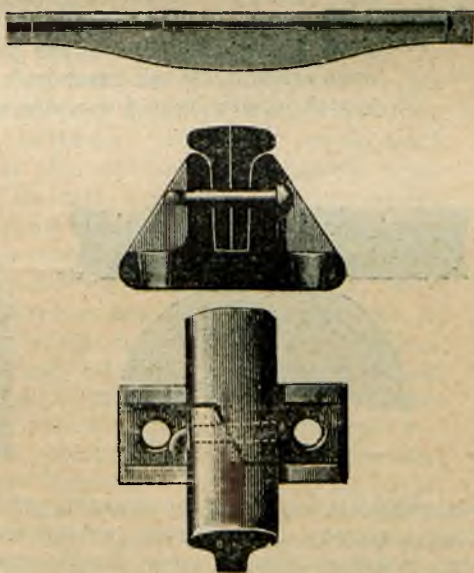
W ubiegłym roku Anglja obchodziła uroczyste stulecie dróg żelaznych, tego cudownego wynalazku w zakresie komunikacji, który w ciągu lat stu zmienił oblicze świata, stawszy się bodźcem ulepszeń technicznych we wszystkich dziedzinach i najpotężniejszą dźwignią rozwoju ekonomicznego i cywilizacji. Droga żelazna w pojęciu całości urządzeń, niezbędnych do tej komunikacji, słusznie obchodziła w tym czasie swój jubileusz, gdyż dopiero sto lat temu w dn. 16 września 1825 r. stanął na kolei szynowej taki silnik ruchomy, który się do przewozu ładunków, jak również podróży, praktycznie nadawał \*).



Rys. 1.

Kolej w postaci żłobionych płyt kamiennych lub gładkich legarów, oblistwowanych z boków, by się z nich nie staczały koła, znana była już od wieków. W r. 1767 na jednej z kopalni angielskich ułożono na legarach drewnianych płytki żłobkowego przekroju z żelaza łanego. Gdy ten materiał okazał się odpowiedni, zaczęto go stosować do wyrobu szyn w postaci króciutkich kątowników, których ramię pionowe utrzymywało w kolei koła zwyczajnych wozów (rys. 1). Zwykle te szyny były podparte w końcach na kostkach kamiennych i przytwierdzone do nich gwoździami, zabitemi w kołki. Ułożenie szyn na legarach lub na oddzielnych podsadach kamiennych pozostawiało wolną przestrzeń między szynami i ułatwiało urządzenie ścieżki dla koni, które stanowiły ówczesną siłę pociągową.

Zasadniczym ulepszeniem warunków toczenia się kół po szynach było zastosowanie w r. 1790 obrzeży na obręczach kół zamiast na szynach. Pozwoliło to nadać szynom większą sztywność i wznieść powierzchnię toczenia się kół nad poziom kurzu i błota jezdni drogi zwyczajnej. Szyny grzybkowatego przekroju, usztywnione przez zwiększenie ich wysokości pomiędzy podporami, opierały się końcami na siodełkach. Takie szyny (rys. 2) były jeszcze stosowane na pewnej długości



Rys. 2.

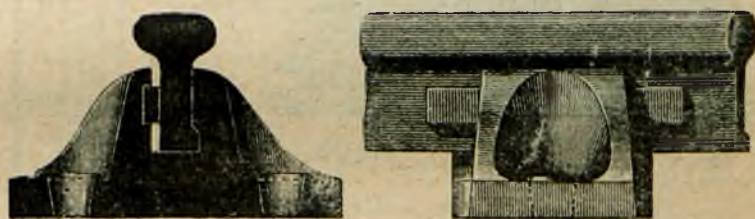
pierwszej drogi żelaznej parowozowej użytku ogólnego ze Stockton do Darlington, otwartej w r. 1825.

Walcowanie żelaza było znane od dawna, lecz dopiero Berkinshaw zdołał zastosować je w r. 1820 do wyrobu szyn kolejowych. Szyny z żelaza walcowanego były daleko lepsze niż lane, gdyż nie tak łatwo pękające i kilkakrotnie dłuższe, więc dające spokojniejszą jazdę, jednakże wysoka ich cena sprawiała, że nader wolno wchodziły w użycie. Na duży koszt wyrobu szyn walcowanych wpływała między innymi obróbka ich dolnej krawędzi po linii falistej, którą początkowo stosowano, naśladując w tem kształt szyn lanych (rys. 3). Stop-



Rys. 3.

niowo jednak zaniechano tej obróbki, szyna zaś o jednym górnym zgrubieniu otrzymała w dolnej części przekroju zgrubienie mniejsze różnego kształtu, które ułatwiało jej zamocowanie w siodełku zapomocą klina żelaznego (rys. 4), później zaś drewnianego, i zwiększało jej sztywność i wytrzymałość.



Rys. 4.

## 2. Wybór typu budowy wierzchniej dla pierwszej drogi żelaznej w Polsce.

Budowa wierzchnia typu, podanego na rys. 4, zbliżonego do późniejszego typu z szyną o dwóch główkach, była stosowana pomiędzy rokiem 1825 a 1835 na wielu drogach żelaznych angielskich, jak również francuskich, belgijskich i austriackich. Taką też budowę wierzchnią miano niewątpliwie na względzie w pierwszym ogólnym projekcie pobudowania drogi żelaznej z Niwki do Warszawy, którą z inicjatywy Henryka Łubieńskiego przedstawił Bankowi Polskiemu w d. 1 stycznia 1853 r. brat jego Tomasz, jako dyrektor naczelny domu handlowego Bracia Łubieńscy i Sp., i taką również w uwagach o budowie i w zestawieniach jej kosztów, które opracowywali w r. 1835 z polecenia Banku Polskiego inżynier naczelny tego Banku Stanisław Wysocki i inspektor generalny komunikacji Urbański. Świadczy o tem nader interesujące „Obračowanie korzyści drogi żelaznej budować się mającej z Dąbrowy, Niwki i Krakowa do Warszawy” Splezyńskiego, datowane 1 lutego 1836 r., w którym się on na obliczenia Wysockiego powołuje \*).

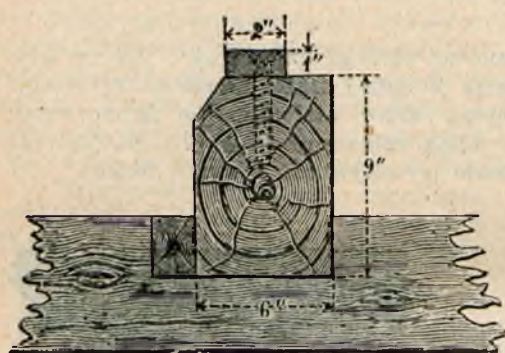
\*) Jeden z robotników, który był użyty w tym dniu do ustawienia na szynach parowozu Stephensona „Locomotion № 1”, tak opisał w liście to zdarzenie: „Numer 1 przyciągnięto końmi z fabryki do przejazdu, gdzieśmy go mieli na szyny postawić. Jakiś go na szyny postawili, tośmy do niego naleli wody. Postawiliśmy Janka krawca do wioski po latarnię i świecę. Pomyślałem sobie, że zanim wróci dobrzeby było fajkę zapalić. Był bardzo ciepły dzień, choć to już się miało ku jesieni. Wziąłem moje szkło i pakuły i spróbowałem je zatlić. Zatliły się dobrze i prędko dały ognia. Już nie potrzeba było latarki ani świecy. Tak to na szlaku rozpaliśmy № 1 od ognia słonecznego”. (The Railway Centenary by Randall Davies. London 1925).

\*) Splezyński porównywał kosztą projektowanej drogi żelaznej w przypuszczeniu, że będzie na niej zastosowana trakcja „maszynami parowymi” lub końmi i dochodzi do wniosku, że koszt przewozu centnara na jedną milę wypadnie przy trakcji parowej o  $\frac{1}{10}$  grosza taniej, niż przy konnej (1,5 gr. zamiast 1,6 gr.). Koszt budowy wierzchniej „z szyn z żelaza walcowanego po 9 stóp długich, podpieranych co 3 stopy przez

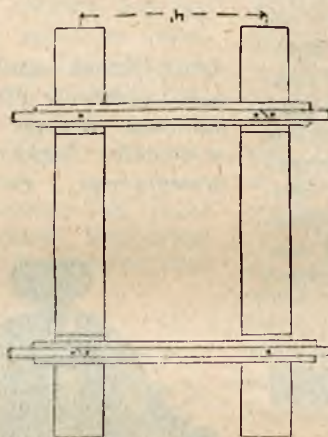


Zrozumiałem jest jednak, że projektowana budowa tej pierwszej u nas drogi żelaznej nastroczała jej inicjatorom szereg wątpliwości technicznych, z nich zaś najważniejszymi były: rodzaj trakcji i, w związku z tem, typ budowy wierzchniej. Trudność określenia rodzaju i ilości przewidywanych przewozów sprawiła, że wahano się w wyborze rodzaju trakcji, konnej czy parowozowej, i skłaniano się raczej ku konnej. Inżynier Wysocki, będąc delegowany w początku r. 1837 za granicę, powrócił z opinią, że dla drogi żelaznej, na której przewóz ma się odbywać końmi, najlepiej się nadaje kolej o szynach z żelaza płaskiego na belkach drewnianych podłużnych, łączonych poprzecznikami. Ten typ budowy wierzchniej, był szeroko stosowany przy budowie pierwszych dróg żelaznych w Ameryce, która nie posiadała walcowni żelaza i musiała wielkim kosztem sprowadzać szyny z Anglii, natomiast zaś posiadała bogactwo drzewa. Za przykładem Ameryki typ ten zaczęto stosować pomiędzy r. 1830 a 1837 również przy budowie wielu dróg żel. w Europie, jako to na drogach żelaznych z Pragi do Pilzna, z Lipska do Drezna i in.

Piotr Steinkeller, który w spółce z domem handlowym Łubieńskich występuje w r. 1838 już jako główny inicjator budowy drogi żelaznej z Warszawy przez Skierniewice i Piotrków do połączenia z drogą żelazną austriacką do Wiednia, godził się początkowo z opinią Wysockiego, być może ze względów taktycznych, gdyż w podaniu do rządu Królestwa z d. 1 czerwca 1837 r. o udzielenie koncesji, oblicza koszt jej budowy na 20 milionów złp. przyjmując, że będzie ona posiadać kolej typu amerykańskiego (rys. 5). Jednakże po

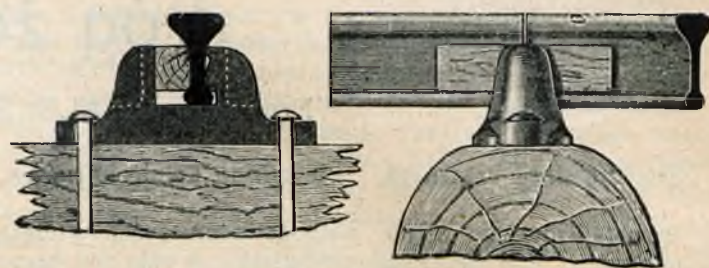


Rys. 5.



Rys. 6

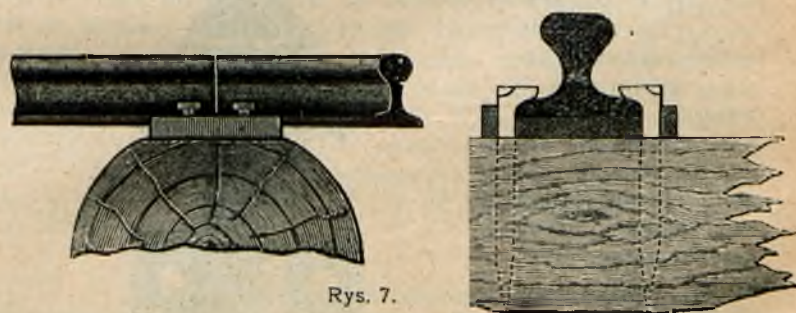
nianego klina (rys. 6). Wybór szyn tego typu i stanowcze wypowiedzenie się za trakcją parową świadczą o szerokim poglądzie Steinkellera na znaczenie i dalszy rozwój tej pierw-



Rys. 7.

szej wielkiej arterji kolejowej w naszym kraju. Niestety, w ciągu trzech lat następnych budowy dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej musiał się on zmagać z kryzysem finansowym i nieprzychylnem usposobieniem rządu, które doprowadziły w połowie r. 1842 do likwidacji pierwszego Towarzystwa dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej. Gdyby pierwsze Towarzystwo dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej nie było zmuszone do rozwiązania się przed ukończeniem budowy, pomimo wysiłków żelaznej woli Steinkellera, możeby ulepszenie budowy wierzchniej dróg żelaznych w Królestwie poszło tą samą drogą co w Anglii i możeby Stephensonowski typ z szyną o dwóch główkach, niezwykle trwały i stateczny, ustalił się na naszych drogach żelaznych. Stało się jednak inaczej. Gdy w roku 1842 rząd przejął na siebie ukończenie budowy dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, dostawionych szyn angielskich wystarczyło tylko na część tej drogi od Warszawy do Piotrkowa. Na pozostałej długości postanowiono ułożyć szyny typu Vignoles'a, które w owym czasie zyskiwały coraz więcej zwolenników (rys. 7).

Wahania, jakie przechodziła droga żelazna Warszawsko-Wiedeńska w wyborze typu budowy wierzchniej, są wiernem odbiciem współczesnych poglądów na tę sprawę w innych krajach. Podczas gdy na drogach żelaznych angielskich wyrabiał się powoli typ budowy wierzchniej z szyną o dwóch główkach, silnie ujętą w siodelku, taki, jaki ustalił już w r. 1838 Robert Stephenson, syn genialnego Jerzego, w innych krajach, nie tak zasobnych jak Anglia i nie posiadających rozwiniętego przemysłu metalurgicznego, starano



uzyskaniu w styczniu 1839 r. koncesji i zorganizowaniu się Towarzystwa dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, Steinkeller występuje stale jako rzecznik trakcji parowej i szyn o wysokim przekroju, wbrew opinii naczelnego inżyniera budowy Wysockiego, i zawiera w roku 1839 w Anglii umowę na dostawę 14.000 tonn szyn, które wkrótce zaczęły nadchodzić. Były to szyny o długości 4,57 m. (15 stóp ang.) i ciężarze 24 1/4 kg/m, przekroju wysokiego grzybka o niewielkiem okrągłym zgrubieniu w dolnej części, do umocowania na każdym podkładzie w wysokim siodelku z żelaza lanego zapomocą dREW-

podstawki z żelaza lanego, osadzone na legarach drewnianych, ułożonych w poprzek drogi" wyniesie według Spleszyńskiego na 1 milę (3.500 sażeń = 25.914 stóp nowopolskich) jak następuje:

Legary pod koleje żelazne, 9 cali po obrobie w kostkę grube, 7 stóp długie, z dostawą, obrobieciem i osadzeniem, sztuka po 4 złp., dodając 1/10 część na zboczenia . . . . .	38.000
Podstawki z żelaza lanego, wagi około 10 funtów, wraz z gwoździem do przybicia do legarów, licząc za 1 centnar po złp. 12. . . . .	22.800
Szyny z żelaza walcowanego wagi około 3/4 centnara na sażeń (6 stóp), po złp. 15 za centnar, wraz z dostawą i osadzeniem, z dodaniem 1/10 na zboczenia . . . . .	106.898
Wyżwirowanie ścieżki konnej na 2 cale grubo i 4 stopy szeroko 1/16 część adamizacji drogi bitej . . . . .	5,230

razem złp. 172.928

Jeżeli przyjmiemy pod uwagę, że w owych czasach złoty polski równał się 60 centymom, (półimperjał = 5 rub.), to okaże się, że koszt tej budowy wierzchniej o szynach nadzwyczaj lekkich (15 kg/m) oceniano przybliżenie na 13.900 złp. w złocie na km. Cena szyn, sprowadzonych z zagranicy, okazała się w rzeczywistości o 60% wyższa.

\*\* Manuskrypt ze zbiorów inż. J. Zaborskiego.

się umożliwić budowę dróg żelaznych przez zmniejszenie kosztów kolei szynowej. Stąd pomysł „amerykańskiej“ budowy wierzchniej, w której wysoką szynę Stephenson'a zastępowało płaskie żelazo, stąd, jako dalsza ewolucja tego pomysłu, lekka szyna o stopie płaskiej, wzmocniona na całej długości legarem drewnianym. Oddanie w czwartym dziesięcioleciu ubiegłego wieku pierwszeństwa szynie typu Vignoles'a w Stanach Zjednoczonych A. P., następnie zaś w większości państw Europejskich, wywarło wielki wpływ na drogi, które kroczyła technika konstrukcji toru kolejowego aż do naszych czasów.

### 3. Budowa wierzchnia przed osiemdziesięciu laty.

Szyny typu, znanego pod nazwą Vignoles'a były właściwie pomysłem amerykańskiego Stevens'a, nader śmiałym na owe czasy ze względu na trudność walcowania. Wskutek nierównomiernego rozmieszczenia materiału w przekroju i niejednolitego ostygania, szyny wychodziły krzywe i dopiero po

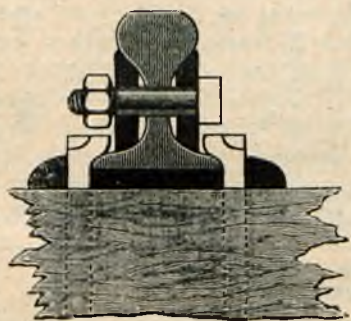




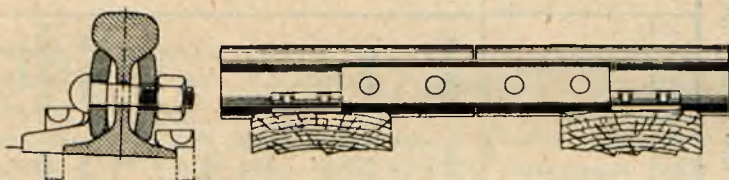


a) *Materiał, ciężar i długość szyn.*

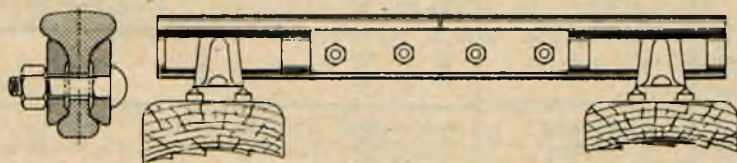
Zamiast szyn żelaznych zaczęto stosować w siódmym dziesięcioleciu ubiegłego wieku szyny stalowe. Na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej szyny stalowe wprowadzono w roku 1875, przyczem ciężar szyn, który wzrósł doówczas do 54,9 kg/m, zmniejszono do 30,1 kg/m ze względu na większą wytrzymałość materiału. Jednakże już w cztery lata później okazało się koniecznym wzmocnienie stopy tej szyny ze względu na częste pęknięcie, zaś w roku 1894 wprowadzono szyn o ciężarze 38 kg/m. Obecnie ciężar szyn, stosowanych na sieci polskich dróg żelaznych, dochodzi do 44,3 kg/m, na innych drogach żelaznych europejskich do 57,5 kg/m, zaś w Stanach Zjednoczonych A. P. nawet do 70 kg/m. Ulepszenia w hutnictwie pozwoliły zwiększać stopniowo długość szyn, która na polskich drogach żelaznych wynosiła w roku 1845—4,57 m. (15'), zaś w roku 1900 doszła do 15 m. Obecnie stosowane są na niektórych drogach żelaznych szyny 18 metrowe lub nawet nieco dłuższe.



Rys. 9.



Rys. 10.



Rys. 11.

b) *Przekrój szyn. Typy normalne.*

W szczegółach ukształtowania przekroju, szyna Vignoles'a podlegała prócz tego licznym zmianom. Względny na dobroć wyrobu szyn zmuszały do zachowania równowagi mas w główce i stopie szyny i do unikania cienkich, szybko stygnących występow, co było nader trudnym w szynie o stopie płaskiej. Względny na stateczność szyny i wytrzymałość podpór skłaniały do zwiększenia szerokości jej podstawy, natomiast zwiększenie jej wytrzymałości i sztywności pod działaniem obciążenia wymagały zwiększenia jej wysokości. Te okoliczności, jako też wiele innych, wynikających z bezpośredniego działania koła na szynę i jej zużycia, których wpływ trudno

było określić, nie pozwalały ustalić opinii co do najodpowiedniejszego kształtu przekroju szyny. Ilość typów szyn, nawet w jednym państwie, stawała się coraz większa. Niedogodnościom gospodarczym tego stanu rzeczy postarano się zaradzić najpierw w Stanach Zjednoczonych A. P., w których Stowarzyszenie inżynierów kolejowych opracowało w r. 1890 serię normalnych typów szyn. W r. 1898 na zjeździe inżynierów wydziału drogowego dróg rosyjskich poruszył tę sprawę inż. A. Wasiutyński. Z serii normalnych typów szyn, opracowanych przez niego i przyjętych przez zjazd, była już wówczas wprowadzona na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej od roku 1894 szyna o ciężarze 38 kg/m, lepszy zaś typ o ciężarze 32 kg/m był przyjęty w r. 1900 dla budującej się wówczas dr. żel. Warszawsko-Kaliskiej. Po wprowadzeniu nieznacznych zmian przez ministerjum, typy szyn, opracowane przez inż. Wasiutyńskiego, były następnie przyjęte w całym państwie jako normalne. Z innych państw europejskich wprowadziły normalne typy szyn: Anglja w r. 1905, Francja w r. 1917, Niemcy w r. 1922.

Polskie drogi żelazne znalazły się w okresie ich zcalania w szczególnie niekorzystnych warunkach pod względem różnorodności typów budowy wierzchniej. Ilość typów szyn w torach Polskich dr. żel. państwowych dochodzi do 70. Jeżeli zauważyć, że większość typów szyn jest stosowana z paroma lub nawet kilkoma odmianami złączek, to okaże się, że ilość typów budowy wierzchniej, stosowanych na Polskich dr. żel. jest nadzwyczaj wielka. Jest to pod względem gospodarczym bardzo uciążliwe.

W r. 1920 ministerjum kolei opracowało normalne typy szyn, które nie są jednak stosowane przy zamówieniach i wymagają opracowania do nich typu złączek.

c) *Złącza szynowe.*

Przy określeniu kształtu przekroju szyny Vignoles'a miano początkowo na względzie jej sztywność i wytrzymałość, warunki walcowania, sposób przymocowania do podpór i in., lecz o łączeniu szyn ze sobą długo nie myślano wcale. Stosowanie w tym celu łubków rozpoczęło się dopiero w szóstym dziesięcioleciu lat ubiegłego stulecia. Na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej zaczęto łączyć szyny Vignoles'a łubkami płaskimi w roku 1859 przy budowie przez towarzystwo prywatne, któremu rząd oddał w dzierżawę tę drogę, odnogi Żąbkowicko-Katowickiej, w następstwie zaś przy budowie w r. 1861 dr. żel. Warszawsko-Bydgoskiej. Zastosowano wówczas szyny znacznie cięższego przekroju (34,2 kg/m) niż te, które były użyte przy budowie linii z Warszawy do Granicy. Jednakże te łubki nie brały prawie żadnego udziału w pracy szyn, gdyż gruszkowaty przekrój główki szyny nie dawał oparcia łubkom (rys. 9). Wpłynęło to wkrótce na zmianę w kształcie przekroju szyny, wyrażającą się w ograniczeniu powierzchniami płaskimi miejsc przylegania łubków (rys. 10).

W budowie wierzchniej o szynach Stephenson'a zastosowanie łubków, wskutek trudności pomieszczenia ich w słodkach, zmusiło do zastosowania złącza wiszącego (rys. 11). Doświadczenie pokazało, że daje ono jazdę spokojniejszą i ułatwia utrzymanie we właściwym położeniu podkładów przyzłączowych, wobec czego weszło ono w ogólne użycie również przy szynach typu Vignoles'a. Złącze wiszące ułatwiło nadto stopniowe wzmocnienie przekroju łubków, które się okazało potrzebne, a mianowicie zastosowanie łubków kątowych z jednej, później z obu stron złącza, łubków korytkowych z zewnątrz, wreszcie łubków zetowych, sięgających niżej podstawy szyn (rys. 12).

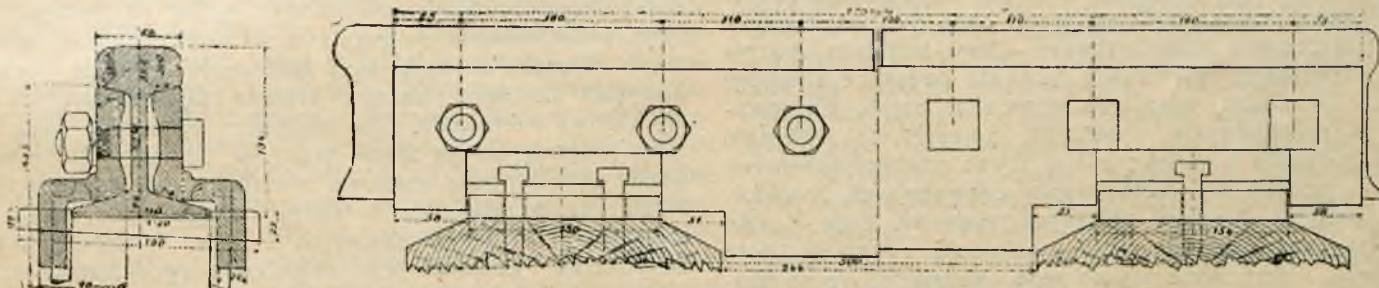
Ze zwiększeniem szybkości jazdy i obciążenia osi potrzeba wzmocnienia złącza szyn dawała się coraz bardziej odczuwać. Niestatość podkładów przyzłączowych, które wymagały ciągłego podbijania, wyginanie się końców szyn, powodujące silne uderzenia kół i zwiększające opór ruchowi, pęknięcie szyn przeważnie przy złączu i pęknięcie łubków wskazywały, że złącze jest najsłabszym miejscem kolei szynowej. Od szóstego dziesięciolecia ubiegłego stulecia do lat ostatnich różni wynalazcy wysilali się w nieprzeliczonym szeregu pomysłów, aby uniknąć braków zwykłego złącza o łubkach bocznych przez uzupełnienie go lub zastąpienie innem urządzeniem. Jednakże w praktycznym zastosowaniu żaden z tych



pomysłów nie okazał się lepszym od pierwotnego i nie doprowadził do przyjęcia w szerokim zakresie innej zasady łączenia szyn. W tem położeniu sprawy, niektórzy specjaliści\*) wypowiadali się za powrotem do złącza leżącego na pokładzie, inni wyrażali opinię, że najlepszym środkiem do wzmocnienia złącza szyn jest wzmocnienie samej szyny.

#### d) Podkłady i przytwierdzenie szyn.

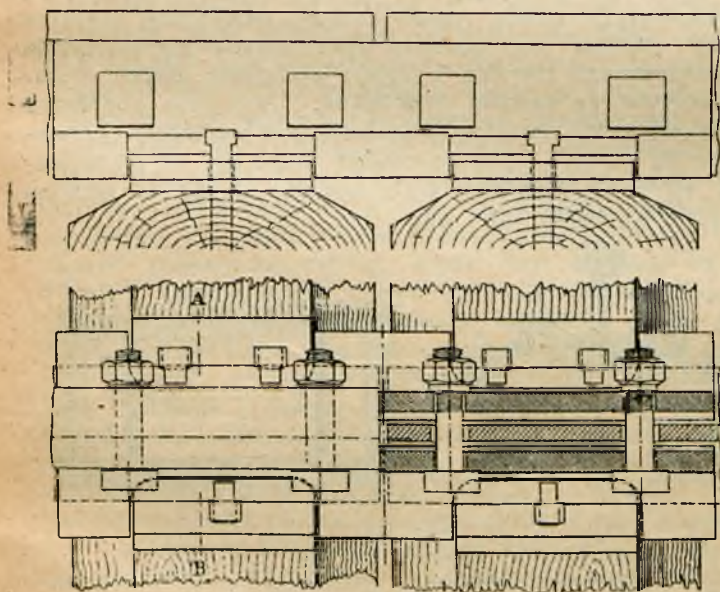
Od czasu budowy pierwszych dróg żelaznych parowozowych podparcie szyn co 91 cm (3 st. ang.) uważane było jako normalne. Do r. 1866 na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej szyny długości 6,4 m (21') były układane na 7 podkładach, położonych w równych odstępach. Gdy w tymże ro-



Rys. 12.

ku zastosowano złącza wiszące, to w celu uzyskania mniejszej odległości pomiędzy podkładami przyłączowemi rozsunęto podkłady środkowe do odległości 1,07 m (3 1/2'). Ta odległość była zmniejszana stopniowo w latach następnych tak, że obecnie dochodzi ona między podkładami pośrednimi do 0,66 m.

Podkłady pośrednie były również zbliżone do granicy, przy której podbijanie ich z obu stron jest jeszcze możliwe, zaś w r. 1900 zastosowano przy budowie dr. żel. Warszawsko-Kaliskiej złącze według projektu inż. Wasiutyńskiego na dwóch podkładach zsuniętych (rys. 13). Takie podparcie



Rys. 13.

złącza było zastosowane następnie na dr. żel. pruskich i w typach normalnych 1922 r. dr. żel. niemieckich.

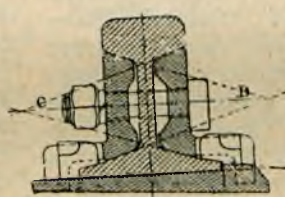
Szyny Vignoles'a były układane początkowo bezpośrednio na podkładach, z wyjątkiem końców szyn, pod które przy styku leżącym podkładano podkładkę z żelaza łanego, później z żelaza walcowanego. Przy złączu wiszącym, podkładki do roku 1884 wogóle u nas nie stosowano, później zaś zaczęto stosować podkładki płaskie tylko na podkładach przyłączowych, w łukach zaś nadto na jednym lub paru pośrednich. Dopiero w r. 1894 w nowym typie budowy wierzchniej dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej z szyną 38 kg/m zjawiają się podkładki kliniaste o dwóch obrzeżach (rys. 12).

Do przymocowania szyn do podkładów drewnianych używano u nas wyłącznie haków. Dopiero po wprowadzeniu podkładek z obrzeżami, zastosowano wkręty na dr. żel. Warszawsko - Wiedeńskiej w r. 1894 tytułem próby, w innych zaś dzielnicach weszły one w ogólne użycie.

Podkłady stosowano surowe, dopóki wzrastająca cena drzewa nie zmusiła do pomyslenia o ich ochronie od gnicia. Jednakże ochrona ta nie na wiele by się przydała, gdyby jednocześnie nie zastosowano środków przeciw ich zniszczeniu mechanicznemu. Tym sposobem ulepszenia w oparciu i przymocowaniu szyny zbiegły się z nasycaniem podkładów substancjami przeciwnilnymi. Kosztowność i brak kreozotu w b. dzielnicach rosyjskiej sprawiły że w okresie przedwojennym na-

sycano go chlorkiem cynku tylko podkłady sosnowe, jako lepiej go przyjmujące i najbardziej potrzebujące zabezpieczenia od gnicia. Dopiero w ostatnich latach, za przykładem innych dzielnic, zwłaszcza zaś b. dzielnicy pruskiej, zaczęto stosować na całej sieci polskich dróg żelaznych ulepszone sposoby nasycania podkładów.

Troska o zabezpieczenie dostawy podkładów po umiarkowanej cenie wcześniej znalazła w Niemczech swój wyraz w dążeniu nie tylko do zwiększenia trwałości podkładów drewnianych, lecz również do zastąpienia ich podkładami metalowemi, które w żadnym innym kraju nie znalazły tak szerokiego zastosowania. Nie wchodząc w rozpatrzenie, w jakim stopniu przypisać to należy drożyznie podkładów drewnianych, w jakim zaś dążeniu rządu do popierania przemysłu metalurgicznego, zaznaczyć należy, że rezultatem tego kierunku było powstanie w Niemczech w ciągu ostatnich lat kilkudziesięciu ogromnej ilości po-



Rys. 14.

mysłów ukształtowania podkładu metalowego i przytwierdzenia doń szyny Vignoles'a, pomysłów, które w innych krajach, z wyjątkiem Szwajcarii i części Austrii, nie znalazły zastosowania. W Polsce, eksportującej drzewo zagranicę, zastosowanie podkładów metalowych nie znajduje uzasadnienia. Podkład drewniany posiada najwięcej zalet technicznych, pod względem zaś trwałości, gdy jest należycie zabezpieczony od zepsucia, niewiele co ustępuje metalowemu. Można więc przypuszczać, że podkłady metalowe, których około 760 tysięcy znajduje się na polskich drogach żelaznych w b. dzielnicach pruskiej i austriackiej, nie będą u nas stosowane w szerszym zakresie.

#### e) Środki przeciw uciekaniu szyn.

Uciekaniu szyn, to jest przesuwaniu się ich podłużnemu, zaradzano w różny sposób. W szynach żelaznych, których styki były umieszczone na podkładzie, robiono w stopce szyny zacięcia i przepuszczano przez nie haki. Po przejściu do szyn stalowych, których zacinania nie można było dopuścić, starano się przeciwdziałać uciekaniu szyn zapomocą haków, przytwierdzających szyny do podkładów przyłączowych, przepuszczając to haki, lub całą podkładkę, przez części łubka, występujące poza stopę szyny, lub zapomocą osobnych opórek kątowych (rys. 10). W miarę zwiększania ciężaru i długości szyn, zwłaszcza gdy zaczęto je układać na podkładkach i wskutek tego zmniejszono ich tarcie na podporach, przeciwdziałanie uciekaniu szyn temi sposobami stawało się coraz

\*) Sandberg.



trudniejsze, szarpanie zaś haków i wyrabianie się otworów w podkładach przyspieszało ich zniszczenie. Dla tego też w nowszych typach budowy wierzchniej przeciw uciekaniu szyn zastosowano osobne urządzenia, niezależne od złączek, służących do przytwierdzenia szyn do podpór, i o ile możliwości nie wymagające dziurawienia szyn.

#### f) Podłoże.

Na podłoże podpór szyny dość późno zwrócono należytą uwagę. Niezwykle ważną rolę, jaką odgrywa w budowie wierzchniej materiał i grubość warstwy podsypki, jej odwodnienie, jak również odwodnienie torowiska, oceniono dopiero w nowszych czasach, gdy w coraz cięższych warunkach ruchu przekonano się, że jego potrzebom nie może czynić zadość choćby najlepsza szyna i podkład, jeżeli będą źle posadowione. Trudności utrzymania kolei szynowej, której podkłady spoczywały na kilkunastocentymetrowej zaledwie podsypce z lichego materiału, lub nawet wprost na torowisku, często źle odwodnionem i powodującym wysadzinę, przeszły ze wzrostem szybkości pociągów i nacisku kół w jawne niebezpieczeństwo dla ruchu i zmusiły do zastosowania odpowiednich środków.

Na polskich drogach żelaznych materiał, ilość i stan podsypki są bardzo niejednakowe i na wielu z nich nie dość zadawalające. Przyczynia się do tego okoliczność, że na znacznych obszarach kraju brak dobrego materiału na podsypkę, dowiezienie zaś jego w potrzebnej ilości i należyte odsączenie wymaga dużego nakładu. Jakże zaś koszty mogą się opłacać w pewnych warunkach słabego torowiska, świadczy stosowanie obecnie na niektórych pierwszorzędných drogach żelaznych zagranicznych pod górną warstwę właściwej podsypki z tłucznia lub żwiru, drugiej warstwy ochronnej z drobniejszego materiału lub nawet warstwy betonu.

#### g) Legary i podsady.

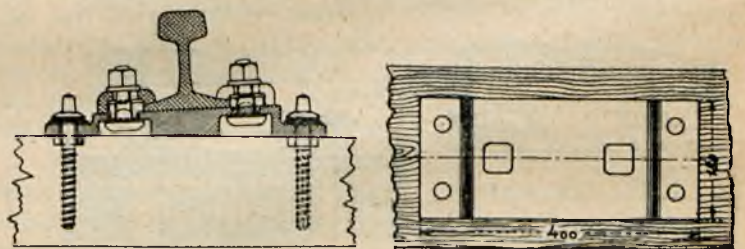
Myśl osiągnięcia oszczędności na ciężarze szyn o podstawie płaskiej przez podciągnięcie pod nie legarów drewnianych, wcześniej zarzucona, odżyła w siódmym dziesiątku lat ubiegłego stulecia w Niemczech w licznych systemach budowy wierzchniej z szyną Vignoles'a na metalowych legarach podłużnych. W ciągu lat kilkadziesiąt silono się na pomysły ulepszenia tego systemu, dopóki nie przekonano się, że ani wybitnego zmniejszenia ciężaru szyn, ani należytej stateczności toru nie da się w nim osiągnąć. Do trudności ze złączeniem szyny dochodziły nowe trudności ze złączeniem legara. Zamiast podkładów, które, stanowiąc podparcie szyn, zabezpieczały jednocześnie właściwy rozstęp między nimi, wypadło urządzać osobne ściąg i poprzecznicę pod legarami. Najgłówniejszą zaś wadą tego systemu podparcia szyny była mniejsza powierzchnia podpór, ciśnieńca na podsypkę, która wgniatała się w torowisko i tworzyła w niem zagłębienia podłużne, trudne do odwodnienia. Kolej szynowa na metalowych legarach podłużnych, której długość na drogach żelaznych w Niemczech dochodziła do 4,000 km. należy obecnie do zanikających przeżytków przeszłości. Zbytecznym byłoby dodawać, że do przeżytków zaliczyć należy również kolej na podsadach metalowych, istniejącą w niektórych krajach podzwrotnikowych, która przed niedawnym czasem, w zmienionej nieco postaci, miała i u nas swoich propagatorów.

### 5. Nowsze dążenia w ukształtowaniu budowy wierzchniej z szynami o podstawie płaskiej.

W ogólnym rzucie oka na rozwój budowy wierzchniej z szyną o stopie płaskiej uderza, poza stałym wzmacnianiem wszystkich jej składowych części, wielość pomysłów mniej lub więcej radykalnego ulepszenia złącza szyn, ich przymocowania do podpór i samego typu podpór, świadcząca o odczuwanych brakach w tych organach. Typ szyny Vignoles'a, powstały drogą ewolucji z szyny płaskiej, miał na celu możliwe zmniejszenie pierwotnego kosztu metalu w budowie wierzchniej, stanowiącego jedną z najpoważniejszych rubryk w kosztorysach dróg żelaznych. Stosując ten typ budowy wierzchniej, dążono do ograniczenia w nim ilości metalu do minimum, niezbędnego ze względu na trwałość i bezpieczeństwo. Jednakże wymagania co do składu, szybkości i ilości pociągów wzrastały w na-

der szybkim tempie. Temu wzrostowi wymagań mogła szybciej odpowiedzieć siła pociągowa i moc parowozów, niż ustrój budowy wierzchniej, w którym zmiany nie dadzą się z dnia na dzień przeprowadzić. Wzmocnienie więc i ulepszenie budowy wierzchniej odbywało się pod naciskiem konieczności przepuszczania z wzrastającą szybkością coraz cięższego taboru i często nie nadążało za potrzebą. Ujawniło się to w niepomiarowym wzrastaniu kosztów utrzymania toru wskutek niedostatecznej jego trwałości i stateczności.

W tym stanie rzeczy, przy obmyśleniu środków wzmocnienia budowy wierzchniej z szynami typu Vignoles'a dla zwiększenia jej stateczności, niejednokrotnie zwracała na siebie uwagę projektujących to wzmocnienie budowa wierzchnia z szynami typu Stephenson'a, której proste formy nie uległy zasadniczym zmianom od r. 1838. Jedną z głównych przyczyn, która skłoniła do przyjęcia na wielu drogach żelaznych szyny Vignoles'a, była chęć uniknięcia ciężkich Stephensonowskich siodełek. Lecz te właśnie stanowią wybitną zaletę tej budowy wierzchniej pod względem jej stateczności. Charakteryzuje ją mocne ujęcie szyny w siodełku do wysokości górnej główki, duża podstawa siodełka i niezależne przymocowanie go do podpory w dużej odległości od szyny. Stąd mniejsza praca złącza, mniejsze i lepiej rozłożone ciśnienie na podkład i mniejsze jego zniszczenie gwoździemi, w rezultacie zaś większa stateczność szyny przeciw uderzeniom bocznym koła. Aby osiągnąć zbliżone zalety w nowszych, ulepszonych typach budowy wierzchniej z szyną Vignoles'a, wypadło znacznie zwiększyć ciężar szyny ponad niezbędny ze względu na jej wytrzymałość i zastosować środki trwalszego jej podparcia i przymocowania. To spowodowało, że w końcu ubiegłego wieku na niektórych drogach żelaznych (jakoto: pruskich, badeńskich, austriackich państw i in.) przedsięwzięto próby zastosowania budowy wierzchniej z szyną typu Stephenson'a zamiast szyn typu Vignoles'a, na niektórych zaś zastosowano do szyn Vignoles'a siodełka Stephenson'a. Próby te nie doprowadziły do ogólnego zastosowania tych typów budowy wierzchniej na całych liniach kolejowych, świadczą one jednak o tem, jakiego rodzaju braki odczuwane są w najsilniejszych nawet typach budowy wierzchniej o szynie płaskiej. Dążenie do usunięcia tych braków charakteryzują przede wszystkim szerokie i ciężkie podkładki zwykle stosowane obecnie na każdym podkładzie. Typy tych podkładek zbliżają się coraz bardziej do siodełek pod względem przymocowania do podpór, niezależnego zupełnie od przymocowania szyny do podkładek i szczególnie silnego na podkładach przyłączkowych (rys. 14).



Rys. 14.

Co się tyczy ciężaru szyn Vignoles'a, to jak już przytoczono wyżej, w niektórych najnowszych typach europejskich (nie mówiąc o amerykańskich) przewyższa on już 50 kg/m i wynosi więcej, niż w najcięższych typach szyn o dwóch główkach, stosowanych przy takim samym nacisku kół na pierwszorzędných drogach żelaznych angielskich i francuskich. Tak wielkie wzmocnienie szyny, w połączeniu z tem, co przytoczono już względem jej podparcia i przytwierdzenia, świadczy o przeważającym znaczeniu, jakie posiada we współczesnej budowie wierzchniej dróg żelaznych jej stateczność.

### 6. Badania nad budową wierzchnią.

W początkowym okresie istnienia dróg żelaznych ulepszenia w dziedzinie budowy wierzchniej opierały się prawie wyłącznie na doświadczeniu i technicznym odczuciu zjawisk. Bogatego materiału do studiów nad pracą budowy wierzchniej dostarczała statystyka, której prowadzenie wcześniej było za-



początkowane. W późniejszym okresie, badania teoretyczne i doświadczalne oświeciły wielce złożone zjawiska, odnoszące się do działania sił, którym budowa wierzchnia bezpośrednio podlega, i do jej oddziaływania na ruchy taboru i pogłębiły znajomość własności materiałów budowy wierzchniej, co pozwoliło przystąpić do naukowej oceny różnych jej konstrukcji. Określenie naprężeń w różnych częściach budowy wierzchniej, zwłaszcza zaś w szynie, było jednym z głównych celów badań teoretycznych, które w zakresie dynamicznego działania kół taboru i sprężystego oddziaływania podpór szyn należało oprzeć na spostrzeżeniach. Do pogłębienia tych badań przyczyniły się w niemałym stopniu prace techników polskich.

Sprężystość budowy wierzchniej, zwłaszcza zaś jej podłoża, nie dająca się określić laboratoryjnie, była przedmiotem obserwacji inżynierów niemieckich i francuskich od ósmego dziesiątka ubiegłego stulecia. W r. 1891 — 1893 inż. *Józef Stecewicz* przeprowadził tego rodzaju obserwacje na dr. żel. Kozłowsko-Saratowskiej i Bałtyckiej zapomocą przyrządu własnego pomysłu, działającego przy pomocy przewodu hydraulicznego i opisał ich rezultaty (Dziennik Min. Kom. r. 1892 i 1895, w jęz. ros.). W r. 1894 na dr. żel. Północnej austriackiej zaczęto stosować do spostrzeżeń nad sprężystością okształceniami budowy wierzchniej aparat fotograficzny. W tym czasie na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej wprowadzono nowy typ budowy wierzchniej, przyczem ciężar szyn zwiększono przeszło o 20% i wzmocniono odpowiednio ich połączenie i przytwierdzenie. Chęć sprawdzenia doświadczalnie zachowania się budowy wierzchniej nowego i starego typu i wyciągnięcie wniosków co do dalszego jej ulepszenia, skłoniły projektodawcę nowej budowy wierzchniej inż. *A. Wasiutyńskiego* do przedsięwzięcia odpowiednich obserwacji. Zawdzięczając poparciu ówczesnego dyrektora dr. żel. W.-W., wybitnego technika Ferdynanda Rydzewskiego, Wasiutyński urządził przy torze głównym linii wiedeńskiej, na 4 kilometry pod Warszawą, stację doświadczalną do obserwacji sprężystych okształceń toru przy przejściu pociągów. Obserwacje były dokonywane metodą fotograficzną zapomocą nader dokładnych przyrządów optycznych, które według wskazówek Wasiutyńskiego wykonał z wielką pomysłowością inż. techn. *P. Lebiedziński* z Warszawy. Przyrządy były umieszczone w odległości kilku metrów od toru na głębokich fundamentach, izolowanych od wstrząśnień, i dawały możność otrzymywania wykresów fotograficznych ruchu dowolnych punktów budowy wierzchniej i jej podłoża w wymiarze trzykrotnie większej od wielkości naturalnej. Dodatkowe urządzenia zegarowe i elektryczne notowały na wykresie czas przejścia i położenie osi taboru. Na tej stacji doświadczalnej wykonano w r. 1897 i 1898 kilkaset obserwacji nad różnymi typami budowy wierzchniej, które dały dokładny obraz okształceń sprężystych różnych części budowy wierzchniej o nader szybkim przebiegu, wyjaśniły trajektorję ruchu koła po szynie i działanie złącz różnych typów, pozwoliły określić współczynniki sprężystości materiałów podłoża, ugięcie podkładów, działanie dynamiczne taboru i in. Rezultaty tych obserwacji i doświadczeń, ogłoszone w języku polskim i kilku cudzoziemskich, były przedmiotem referatu na kongresie międzynarodowym dróg żelaznych r. 1898 w Paryżu i pobudziły do dalszych prac nad budową wierzchnią u nas i zagranicą.

Ulepszenie materiałów budowy wierzchniej ma nie mniejsze znaczenie, niż należyte wyzyskanie materiałów posiadanych. Badania metalurgów, dotyczące struktury stali szynowej i wpływu na jej własności różnych domieszek, przyczyniły się wielce do wyjaśnienia warunków, którym ona odpowiadać winna, i do ulepszenia wyrobu szyn pod względem ich trwałości

i wytrzymałości materiału. W tym zakresie bardzo cenne są badania ogólne nad mikrostrukturą metali inż. *A. Rzeszotarskiego*, które przeprowadził w fabryce Obuchowskiej i które opisał w pracy swojej p. t. „Badania mikroskopijne żelaza, stali i żeliwa” (Petersburg 1898 r. z atlasem, w jęz. ros.) oraz spostrzeżenia inż. gór. *S. Żukowskiego* nad likwacją w szynach, przeprowadzone w związku z opracowaniem warunków technicznych na dostawę szyn (1914 r. w czasop. niem. Organ).

Pierwszym Polakiem, który się zajmował z punktu widzenia teoretycznego koleją szynową, był niewątpliwie *Hoene Wroński*. Napisał on kilka memoriałów, skierowanych do rządu francuskiego, o konieczności ogólnej reformy lokomocji i naukowem rozwiązaniu tego zadania przez zastosowanie szyn ruchomych. Niestety, pomysły tego niezwyklego myśliciela, a jak twierdzą niektórzy, genialnego matematyka, oparcia lokomocji na siłach wewnętrznych, nieznanych w mechanice, są zupełnie niezrozumiałe. Nie rozumiała ich też komisja, wyznaczona na jego życzenie przez rząd francuski dla oceny jego wynalazku, której on dawał wyjaśnienia.

W czasach znacznie późniejszych zajmowało się bardziej realnie badaniami teoretycznymi nad budową wierzchnią kilku uczonych Polaków. Inż. *F. Chołodecki* ogłosił cenne „Badania nad wpływem sił zewnętrznych na budowę wierzchnią” (Kijów, 1897, w jęz. ros.), w których, między innymi, rozpatruje pracę złącza szyn, rozstawu osi taboru, ciężaru szyn, braków w podbitcu podkładów i in. Inż. *K. Skibiński*, zasłużony profesor Politechniki Lwowskiej, wydał szereg prac oryginalnych w przedmiocie budowy wierzchniej, z których szczególnie zasługują na uwagę: „Teoria wytrzymałości nawierzchni kolejowej” (Lwów 1906 r.) i „Badania nad złączeniem szynowym” (Wiedeń 1913, w jęz. niem.). Jego następcą na katedrze politechnicznej prof. dr. *K. Wątopek*, prócz artykułu o nawierzchni pod działaniem sił pionowych (Czasop. techn. 1908), gruntownie opracował całość nauki o budowie wierzchniej dróg żelaznych w dwutomowym dziele p. t. „Budowa kolei żelaznych” (Lwów 1924). Osobną pracę p. t. „Nawierzchnia dróg żelaznych” wydał prof. *W. Krüger* (Lwów—Poznań 1923 r.).

Kształt kolei szynowej, któryby zapewniał bezpieczny i spokojny bieg taboru, był przedmiotem rozważań od początku istnienia dróg żelaznych parowozowych. W związku z tem badano ruchy taboru, zwłaszcza zaś ruchy szkodliwe parowozu. Jednakże kolej szynowa podlega okształceniom nie tylko sprężystym, lecz i stałym, we wszystkich częściach budowy wierzchniej. Te okształcenia, których nie daje się uniknąć, wywierają wielki wpływ na ruchy taboru i wywołują jego działania dynamiczne na kolej szynową. Z badaczy polskich pracowali nad kształtem kolei prof. *Kazimierz Cegliński*, który wydał pracę p. t. „Tor kolejowy w łukach” (1903 r. dysertacja doktorska w jęz. ros.) i prof. *Karol Wątopek*, który zajmował się teorią krzywych przejściowych (art. w jęz. niem. w Organie z r. 1907).

Powyższe krótkie wymienienie ważniejszych oryginalnych prac badaczy polskich w zakresie budowy wierzchniej nie obejmuje bynajmniej całości naszego dorobku naukowego w tym zakresie. Drogi żelazne, specjalnie zaś tor kolejowy, są warsztatem, przy którym praca we wszystkich częściach świata inżynierów polskich niezadługo obchodzić może stuletni jubileusz. Niewątpliwie wiele cennych zdobyczy ich nauki i doświadczenia nie zostało zarejestrowane. Może te notatki przyczynią się do ich szerszego ujawniania i uchronienia od niepamięci na chlubę techniki kolejowej polskiej.