TEORYA
RUCHU KOLEJOWEGO

ZASTOSOWANA DO PRAKTYKI

opracował

Roman Baron Gostkowski,

Inżynier,

Szef ruchu c. k. kolei Arcyksięcia Albrechta,

Docent szkoły politechn. we Lwowie.

Z 52 rysunkami w tekscie i jedną tablicą.

II.

LWÓW.

NAKŁADEM KSIĘGARNI GUBRYNOWICZA I SCHMIDTA.

1883.

Kraków. — Druk Wł. L. Anczyca i Spółki.

SPIS RZECZY.

WÓZ.

ROZDZIAŁ I.

ROZDZIAŁ II.

Hamowanie.

ROZDZIAŁ III.

Smarowanie, oświetlanie, przewietrzanie i ogrzewanie wozów kolejowych.

JAZDA.

W Ó Z.

WÓZ.

ROZDZIAŁ I.

1.

Rozwój w budowie wozów.

Już w roku 1200, uzyskali kowale w *New-Castle*, prawo kopania węgli kamiennych po za obrębem miejsca, które zamieszkiwali. Wówczas, New-Castle małą jeszcze było mieściną, a Londyn otaczały cieniste lasy, z których dzisiaj, śladu nawet nie ma. Podostatek drzewa opałowego sprawiał, że węgle kamienne nie miały wartości, kowale jedynie je używali.

Cztery wieki później, New-Castle wzrosło do rzędu miast handlowych i bogatych, spławiało bowiem rzeką Tyne górniczo wydobywane węgle kamienne, w dalekie okolice. Wydobyte węgle nie wynoszono już, jak to dawniej się działo w koszach, lub workach, składając ciężar na barki robotnika lub na grzbiet konia, lecz wywożono je w małych wózkach, poruszanych po drewnianym torze siłą robotników.

Wózki takie sprowadzono po raz pierwszy, jak się zdaje, z Niemiec, a służyły one wybornie do przewozu wydobytego węgla, który do tego stopnia się rozwinął, że w roku 1649 zatrudniał już tysiące ludzi, z których jedna część, pracowała w kopalniach, podczas gdy druga zajmowała się ładowaniem węgla na wozy, w których go prze-

wożono do miejsc składowych, znajdujących się zwykle na brzegu rzek, któremi go spławiano.

Przemysłowiec *Beaumont* był zdaje się pierwszym, który (1602—1649) budował odrębne, li tylko dla przewozu węgla kamiennego służące wozy.

Wozy takie, ciągnione siłą konia, toczyły się po drewnianych torach, zbudowanych również li tylko na cele przewozu węgla kamiennego z kopalni, w której go wydobywano, aż do miejsca składowego, skąd go spławiano.

Podług opisu pana *Tars*, który w roku 1765 zwiedzał kopalnie węgla kamiennego w New-Castle, spoczywał wóz służący do transportu węgla, na czterech kołach, z których dwa przednie, były sprychowe, tylne zaś, tarczowe. Koła tarczowe (wyrabiane również jak i sprychowe z drzewa) zaopatrzano we wystające wieńce, które będąc osadzone po środkowej stronie toru, zapobiegiwać miały spadaniu kół z toru, po którym się toczyły. We wóz ładowano 2 tonny węgla kamiennego, a siła jednego konia wystarczała do przewozu ciężaru, ważącego w całości 3 tonny.

A gdy wreszcie nastała szyna żelazna a mianowicie szyna gładka wystająca po nad poziom otoczenia (Jessop 1789) poczęto używać kół odlewanych ze surowca, a zaopatrzonych we dwa wystające brzeżki po obu stronach dzwonu, a wozami takiemi posługiwano się aż do otwarcia pierwszej, do ogólnego użytku oddanej kolei, tj. do otwarcia kolei *Stockton-Darlington* (1825).

Na kolei tej, odważono się po raz pierwszy, przewozić na szynie, nie tylko płody przyrody i kupieckie towary, ale nadto także i osoby, a wozy służące do przewozu osób, budowano na podobieństwo dyliżansów pocztowych, kursujących na zwykłej szosie; do środka wozu wsiadało 6, na dachu zaś umieszczano po 20 osób.

Dopóki ruch na tej kolei odbywał się siłą koni, szybkość jazdy przeto mierną jeszcze była, jechano przyjemnie i bezpiecznie, skoro zaś siłę koni zastąpiono siłą pary (1830) budowa wozów zmienić się musiała, a zmieniono ją o tyle, że biorąc wóz pocztowy za wzór, zesunięto kilka takich wozów ze sobą, ustawiając tym sposobem powstałą, na klatki przedzieloną skrzynię, na dwóch osiach; osoby umieszczano w osobnych przedziałkach (Coupée), nie mających ze sobą wcale żadnej styczności, podczas gdy pakunki, na dach wyrzucano.

A wówczas już, budowano dwie kategorye wozów, we wozy należące do kategoryi gorszej, wstawiano proste, niczem niepokryte ławy, podczas gdy ławy znajdujące się we wo-

zach, należących do lepszej kategoryi, wyścielano kłakami. Były to dwie klasy, pierwsza i druga; wozów trzeciej klasy długi czas w Anglii nie znano; koleje opierały się tak dalece zaprowadzeniu trzeciej klasy, że dopiero parlament zmuszać ich musiał. Klasy, powstałe pod naciskiem parlamentu, były to wozy bez dachu i siedzeń a w oknach szyb nie było. Podróżny, odbywając jazdę stojąc, wystawionym był na wszelkie zmiany powietrza.

System klatkowy, odpowiadał warunkom ruchu dobrze, podróżni zająwszy dla siebie jedną klatkę, nie potrzebowali się stykać z podróżnemi klatki sąsiedniej. W zjednoczonych stanach północnej Ameryki zaś, wozy podobnej konstrukcyi żadną miarą przyjąć się nie chciały. Koleje tamtejsze nie zastały bowiem, gdy na świat przyszły, prawie żadnego ruchu miejscowego, nie było też ich zadaniem, utrzymywać częsty przewóz zmiennej ilości podróżnych, miały one na celu, łączyć ze sobą, po całym kraju rozsypane ogniska handlowe.

Nie kursowało też w Ameryce kilkanaście pociągów na dzień, jak to się działo w Anglii, lecz wysyłano na dzień co najwięcej jeden tylko pociąg, a bywały czasy, w których pociągi w kilkudniowych odstępach od siebie, w ruch puszczano.

Pociągi takie, nie zmieniały wozów swoich podczas, często kilka dni trwającej jazdy nigdzie, musiały przeto mieścić w sobie nietylko dużo osób, ale nadto pozostawiać im ruch dowolny i komunikowanie się między sobą. Wolny mieszkaniec wolnego kraju chciał bowiem być wolnym wszędzie, a więc i w podróży.

Nie dziw więc, że wóz amerykański, wielce różnić się musiał od wozu angielskiego, podczas gdy wozy angielskie dzielono skrupulatnie na klatki szczelnie od siebie odłączane, znachodzimy we wozach amerykańskich, środkiem prowadzony kurytarz, dozwalający spacerować po całym wozie i stykać się ze wszystkimi podróżnymi. Wóz taki, był daleko dłuższym od wozu angielskiego, znachodzimy bowiem w Ameryce wozy, mające 13—18 metrów długości, podczas gdy długość wozów angielskich, zaledwie do 7^{m} dochodzi.

Wóz długi wymaga silniejszej budowy, przez co ciężar jego się zwiększa, większy zaś ciężar, nie można już było składać na dwie osie, lecz użyto ku temu celowi, 4 a nawet i 6 osi. Do wozów takich nie wchodzi się z boku, lecz od strony czoła. Ażeby się dostać do drzwi, ustawiono przed niemi wschody, wstępując na stopnie, dostaje się na

mały, dachem nakryty mostek, mający zazwyczaj 1·56^{m} szerokości a 0·66 metra długości, prowadzący do drzwi wozowych. Drzwi zaś oszklewają Amerykanie do wysokości 1·12^{m} po nad mostkiem, nadając im 1·98^{m} wysokości, i 0·63^{m} szerokości.

Okna opatrzono żaluzyami, a zaprowadzenie to, dozwalając wolny, a zdrowiu nieszkodliwy przewiew, okazało się być tam praktycznem. Mostki dwóch sąsiednich wozów stykają się ze sobą tak, że komunikacya jednego wozu z drugim, jest ułatwioną.

Tym sposobem mogą się ze sobą komunikować wszyscy podróżni całego pociągu, co w Ameryce jest rzeczą pożądaną, gdyż podróżni rzadko tylko się zmieniają, wsiadając na początkowej stacyi, przejeżdzają tysiące kilometrów, zanim u kresu podróży stają.

Ponieważ podczas długiej jazdy nie natrafia się na osiedliska ludzi, więc znachodzimy przy pociągu wszelkie przyrządy zaspakajające codzienne potrzeby życia.

Przy pociągu amerykańskim znachodzimy kuchnię, restauracyę, piwnicę, lodownię, i t. p., tak, że podróżny nie ma wcale potrzeby opuszczać wozu.

Wozy podobne, poczęto budować już w roku 1834 (Ross-Winans) a przeznaczone były dla kolei *Baltimore-Ohio*. Pierwotnie urządzono tam jedną tylko klasę, gdyż Ameryka (północna) nie znając różnicy stanu, między podróżnymi, różnicy robić nie mogła.

Nie długo jednak tak idealnie się zapatrywano, chęć ułatwienia kolonizacyi, sprowadziła wnet potrzebę urządzenia wozów dla kolonistów, przybywających do Ameryki tłumami, a wozy te, w których kolonistów przewożono za tańszą cenę, nazwano wozami emigracyjnemi.

Urządzenie odrębnych wozów dla tej kasty ludzi, było zupełnie usprawiedliwionem, ludzie ci, przynosili bowiem tylko pracę swych rąk, często i wiedzę, nigdy zaś zasobów pieniężnych; dla tego też ułatwienie przewozu, było warunkiem kolonizacyi.

Później, a mianowicie po zniesieniu niewoli, powstały nowe kategorye wozów, wywołane okolicznością, że murzyni traktowani przedtem jako bydło, i przewożeni we wozach towarowych, będąc teraz wolnymi, używać poczynali wozów osobowych, co znów dla wolnych od urodzenia, (białych), przyjemnem nie było.

A gdy kastowość raz się wkradła, postąpiono krok dalej, budując wozy osobno dla kobiet, osobno dla niepalących i t. p.

Wozy amerykańskie, zastosowane do potrzeb i zwyczaju kraju, w którym powstały, odpowiadają najzupełniej wymogom tamtejszym. Zwyczaje Europy, różniące się wielce od zapatrywań (zjednoczonych stanów) Ameryki, potępiły budowę wozów praktykowaną w Ameryce, wskazując na budowę wozów podzielonych na klatki, które to wozy, po dziś dzień się utrzymały.

Kastowość narodu niemieckiego wymagała zaraz w początkach rozwoju dróg żelaznych, działu podróżujących, przynajmniej na trzy kategorye, do których nieco później, przybyła i klasa czwarta.

Nie dziw więc, że budowa wozów europejskich, tak wielce się różni od budowy w Ameryce.

2.

Wozy osobowe.

Pierwszy wóz osobowy, który toczył się po szynach, zbudował *Stefenson* dla dyrektorów kolei Stocton-Darlington.

Wzdłuż ścian wozu tego, ustawił Stefenson, drewniane ławy, między któremi stał stół, wyrobiony również z drzewa miękkiego. Do wozu prowadziły drzwi umieszczone na jego czole, a wóz sam otrzymał miano *eksperyment.*

Eksperyment nie był przeznaczony dla podróżnych, lecz służył tylko dyrektorom, owej, w roku 1825 do użytku publicznego oddanej kolei.

Dzisiaj dzielimy wozy służące do przewozu podróżnych na 5 kategoryi, a mianowicie na 4 tak zwane klasy, i na wozy zbytkowe.

Wnętrze wozów osobowych używanych na kontynencie, przypomina kilka zesuniętych do siebie dyliżansów pocztowych, podczas gdy wnętrze wozu osobowego używanego w Ameryce, posiada niejakie podobieństwo do kajuty okrętowej.

W przedziałce wozu pierwszej klasy mieści się 6 (w Niemczech) lub 8 (w Anglii) osób, rozmiary zaś przedziałki są następujące:

wysokość	2·05—2·13	metrów
szerokość	2·6	„
głębokość	2·0	„

Siedzenia wyścielane kłakami obijane suknem, jedwabiem lub manszestrem, mają wysokość 0·47 metra, a oddalenie dwóch przeciw sobie ustawionych siedzeń wynosi 0·5 metra. Siedzenia te, urządzono w ten sposób, że można je zesuwać, t. j. do siebie zbliżać, w którym to razie, z dwóch siedzeń powstaje łożysko, dla wypoczynku pożądane.

Rozmiary wozów amerykańskich, różnią się nieco od rozmiarów przytoczonych. Tabliczka uwidocznia różnicę wozu 1szej klasy, używanego na austryackiej kolei północnej, między wozem tejże samej klasy, używanym na amerykańskiej kolei Pensylwania.

Wóz osobowy pierwszej klasy.		
Rozmiary	używany na kolei	
	austryackiej	amerykańskiej
Długość, metrów	6·85	14·00
Szerokość „	2·42	2·61
Wysokość „	1·89	2·07
Ilość miejsc	18	56

Wóz amerykański jest więc 2·05 razy dłuższym, 1·09 razy szerszym, 1·1 razy wyższym od wozu austryackiego.

Na kolei Pacifik, znachodzimy wozy, których długość wynosi 18·2 metrów.

Przedziałka europejskich wozów drugiej klasy, mieści w sobie na kolejach niemieckich 8, na francuskich i angielskich zaś 10 osób, podczas gdy szerokość i wysokość przedziałki nie różni się wcale od rozmiarów pierwszej klasy, głębokość zaś jest mniejszą i wynosi przeciętnie 1·9 metra, która to okoliczność sprawia, że wóz drugiej klasy, mający te same rozmiary co wóz pierwszej klasy, składa się już nie z trzech, lecz z czterech przedziałek.

Siedzenia drugiej klasy są w Niemczech również wyścielane, podczas gdy Anglicy i Francuzi nakrywają siedzenia drewniane cienkiemi poduszkami.

W początkach rozwoju dróg żelaznych, nie oszklewano wcale, wozów drugiej klasy, pierwsze wozy tej klasy, które

kursowały na austryackiej kolei północnej, zaopatrzano w skórzane firanki, które miejsce szyb zastępywać musiały.

Wozy trzeciej klasy budowano na kształt wozów letnich, używanych na miejskich kolejach konnych, były one ze wszystkich stron otwarte, a niektóre z nich nawet dachu nie miały.

Siedzeń wozów trzeciej klasy, nie polstruje się wcale, przedziałka wozu takiego mieści w sobie 10 osób a siedzenia mają tylko $1{\cdot}7^{m}$ głębokości, i nie są od siebie wcale oddzielane, na drewnianej ławie mieścić się zaś musi 5 osób.

Wóz taki, przedziela się zwykle na 4 części, a to tak, że ścianka ustawiona w połowie długości wozu, sięgając pod powałę, dzieli wóz na dwie od siebie odrębne części, podczas gdy niższe ścianki wsunięte do każdej z opisanych połówek, dzielą je znów na połowy.

Wozy czwartej klasy, nie dzieli się wcale, i rzadko tylko wstawia się w nie ławki.

Wozy tej klasy poczęto budować dopiero w roku 1840, służą one przeważnie do przewozu rzemieślników, wyrobników zatrudnionych we fabrykach, lub ludu wiejskiego, u nas w Galicyi używali je przeważnie żydzi.

W początkach, nie miały wozy 4tej klasy ani ścian ani dachu, co narażało podróżnych nie tylko na niewygodę, ale nadto także i na niebezpieczeństwo.

We wozie czwartej klasy mieści się 40—60 osób, a wozy takie nadają się wybornie do przewozu wojska.

W nowszych czasach ustalać się poczyna zdanie, że trzy klasy, to „za dużo tego dobrego“, cóż więc mówić o klasie czwartej! Kolej Midland w Anglii skasowała w roku 1874 nawet trzecią klasę, tak, że obecnie ich dwie tylko przy pociągach się znajduje.

Ponieważ doświadczenie uczy, że gdyby i wszystkie miejsca jednego wozu były obsadzone, to wóz przecież więcej jeszcze dźwigać może. Okoliczność ta, naprowadziła Francuzów na budowę wozów piątrowych.

Kolej francuzka, wiodąca z *Paryża do Versaille*, była pierwszą, która używała wozów piątrowych, zaprowadziła je bowiem u siebie już w roku 1840.

Wozy piątrowe, zwane tam *Imperiales*, odpowiadały nie tylko interesom kolei, ale nadto i publiczność zadowalały.

Podczas wycieczek do *Versaille*, ubiegano się bowiem o miejsca na dachu, gdyż miano tam nie tylko wolny widok, lecz cieszono się lekkim przewiewem; podczas gdy dach wznoszący się po nad głową, chronił od skwaru promieni słonecznych.

Później (na francuzkiej kolei wschodniej) otaczano siedzenia na dachu do koła oszkloną baryerą, ustawiając wygodne schody, tak, że już wcale nic do życzenia nie pozostawało.

Na dole urządzano siedzienia dla podróżnych 1szej i 2giej klasy, na dachu zaś, były miejsca tańsze, we wozie takim mieściło się zwykle 78 osób, które rozdzielano jak następuje:

dół.....	miejsc 1szej klasy	8
	„ 2giej „	30
piątro.....	„ 3ciej „	40
	razem	78

Niemiecka kolej *Altona-Kiel*, używa od roku 1868 wozów 3ciej klasy, w których mieści się 82, Anglicy zaś zbudowali wozy (równie 3ciej klasy) dla swych kolei w Indyach, w których mieści się 130 osób (70 na dole, 60 na górze).

Widzimy, że wozy takie, daleko lepiej są wyzyskane, aniżeli wozy nasze, w których mieści się 18, 32 lub 48 osób, zależnie od tego, czy wóz jest wozem 1, 2, lub 3 klasy.

Do rzędu wozów *zbytkowych*, zaliczamy wozy jadalne, salonowe, sypialne i hotelowe.

Wóz Stefensona, zwany *eksperymentem*, o którym poprzednio była mowa, był pierwszym wozem *jadalnym*, gdyż w tym wozie znajdowała się po raz pierwszy restauracya, urządzona przez posesora, który wóz ten, umyślnie na te cele później wynajmował.

Wozy *jadalne* znachodzimy na niektórych kolejach w Ameryce północnej, a w nowszym czasie (1880) na niektórych kolejach Niemiec, tak np. znajduje się przy pociągach pospiesznych, kursujących między *Berlinem* a *Bebra*, wóz taki. Wóz ten zawiera kompletnie urządzoną restauracyę, do której w miesiącach: lipiec, sierpień i wrzesień (1880) uczęszczało razem 7500 osób, miesięcznie więc, po 2500, dziennie po 83 osób.

Wozy podobne są zawsze tak urządzone, że jedna, (większa) część wozu służy jako sala jadalna, podczas gdy drugą obrócono na kredens, spiżarnie i kuchnię.

W sali jadalnej zasiada równocześnie 20—25 osób, które podczas 2—3 godzinnego obiadu, 3 razy się zmieniają, konduktor zapowiada chwilę obiadową 2—3 godziny naprzód, a obiad kosztuje 1—1$^1/_2$ guldena.

Wozy *salonowe* znamy już więcej, odznaczają się one częstokroć przepychem w urządzeniu, jak n. p. wozy cara

rosyjskiego; pociąg dawniejszego cesarstwa francuzkiego, składający się z 11 ze sobą w jedną całość połączonych wozów i nadworny, czyli cesarski pociąg austryackiej kolei północnej.

Pociąg ten, składa się z 6 wozów, a mianowicie wozu salonowego, zwanego wozem galowym, salonu dla cesarza, dla cesarzowej, sali jadalnej na 12 osób, kuchni i kredensu a wreszcie z wozu dla urzędników kolei konwojujących pociąg.

Cały pociąg wyposażono jak najwykwintniej, na uwagę zasługuje przyrząd do oświetlania gazem i urządzenie kuchni, posiadającej tak zwany szparherd bardzo zmyślnej budowy.

Wozów *hotelowych*, znów nie znamy, używają je tylko Amerykanie do swych, częstokroć kilka dni trwających podróży. Amerykanin, zostawia wóz taki, tam gdzie wysiada i używa go podczas pobytu w miejscu, w którym wysiadł, jako pokój mieszkalny.

Wozów takich, dostarcza zwykle towarzystwo niezależne od kolei, pobierając od podróżnego za dobę 1—1½ dolara, podczas gdy transport wozu, kolej sama opłacać musi.

Wozy *sypialne* zaś, coraz więcej u nas rozpowszechniać się poczynają, z dróg żelaznych, należących do związku niemieckiego, używają obecnie (1878) 23, z których znów, 6 przypada na Austryę, wozy takie znachodzimy na kolejach:

Franciszka Józefa,
Arcyksięcia Rudolfa,
Karola Ludwika,
Zachodniej,
Połnocno-Zachodniej i
Północnej

najwięcej wzięte są wozy na kolei Północnej, Zachodniej i Karola-Ludwika.

3.

Wozy towarowe.

Dawniej, budowano wozy towarowe, wyłącznie tylko na czterech kołach, nadawano im więc po 2 osie; obawa, że skoro jedna oś się załamie, cały wóz runąć musi, sprowadziła Niemców na konstrukcyę trzech osiową, która to konstrukcya jednak się nie utrzymała, gdyż się przekonano,

że skrajne osie zawsze mocniej się zużywają, aniżeli oś środkowa, tak więc, że w razie wypadku, oś skrajna się załamuje.

Pozostałe dwie osie, nie będąc przysposobione do dźwigania całego ciężaru, nie chronią, w takim razie, niczem wozu, a gdy się wreszcie pokazało, że wozy trzech osiowe nie są tak podzielne, co się tyczy ładunku, jak wozy dwu osiowe, że przejeżdżają przez łuki daleko trudniej, jakoteż, że wymagają do obracania większych tarcz obrotowych w stacyach; odstąpiono od budowy takich wozów wcale.

Amerykanie budują wprawdzie wozy jeszcze dłuższe, bo wozy cztero-osiowe, lecz zesuwają po dwie osie tak ze sobą, że wóz spoczywa niejako na dwóch odrębnych wózkach, a ponieważ każdy taki wózek posiada ruch dowolny w około czopnia pionowego, więc wozy takie, pomimo znacznej długości, łuki łatwo przejeżdżają.

Z powodu niepodzielności ładunku, wychodzą jednak wozy takie u nas co raz więcej z używania, tak dalece, że od roku 1860 przestano je wcale budować.

Budowę wozów towarowych wydoskonalono w Niemczech do wysokiego stopnia, na tonnę załadować się mogącego ciężaru, wypada zazwyczaj 800 kilogramów ciężaru tary, a 2□^{m} objętości skrzyni.

Wóz, waży zwykle 5—10 tonn, obładować go można ciężarem 10—15 tonn, który to ciężar, zawsze na rysorach spoczywa. Skrzynię wozu wyrabia się zwykle z drzewa, gdyż blacha żelazna, jako dobry przewodnik ciepła, gromadzi w sobie wiele ciepła, które pod pewnemi warunkami niekorzystnie na towar oddziaływać może.

Co się tyczy budowy wozów, rozróżniać by można trojakie typy, a mianowicie: wozy kryte, otwarte i mięszane, tj. takie, które przykryć można w razie potrzeby, lub też używać je jako wozy otwarte.

Do jedności we wyborze składowych części jednak jeszcze nie przyszło, chociaż trudności powstające w razie uszkodzenia wozu, na kolejach obcych, na konieczność posiadania jednakich części składowych wskazują.

Możność bowiem naprawiania obcych wozów u siebie, nie odsyłając je do domu, jest rzeczą tak wielce pożądaną, że dla jej dopięcia, z każdym dniem coraz więcej się czyni.

Ustawa dróg związkowych przepisuje np. jako możebnie największą szerokość 2·9^{m}, wysokość 1·3^{m}, szerokości 3^{m}. Najwyższy punkt wozu, nie śmie znajdować się nigdy wyżej jak 4·57^{m} po nad szyną, najniższy znów, nie może spaść głębiej jak do wysokości 0·13^{m} po nad szynę.

Wozy *otwarte*, budowano najpierwej w Anglii, tam bowiem znachodzimy po dziś dzień jeszcze przeważnie wozy niekryte, przychodzi potrzeba do ich nakrywania, to używa się ku temu celowi umyślnie wyrabianych płacht, przysposobionych tak, aby nie przemakały.

Na wozy takie, ładować można towar do pewnej tylko wysokości, a mianowicie tak wysoko, aby załadowany wóz przejść mógł po pod wszystkie przejazdy, aby wjeżdżał w tunele i t. p.

Z tej to przyczyny obrano na kolejach związkowych pewien idealny przekrój, w którym koniecznie zmieścić się muszą wszystkie maszyny i wozy, chociażby najwyżej załadowane, a przekrój ten idealny nazwano *profilem przewozowym*, który to profil ustalono jeszcze w roku 1857.

Koleje nie należące do związku, nie mając podobnych zaprowadzeń, zwalczać często muszą trudności gromadzące się z braku solidarności, jak to najlepiej uczuć się dało, w roku 1870 podczas francuzko-niemieckiej wojny.

Oprócz wozów służących do zwykłego przewozu, posiadają także koleje wozy służące do przewozu poszczególnych ciężarów, np. wozy dla przewozu wołów, świń, owiec, kur, mleka, piwa i t. p.

Wystawa paryska z roku 1867 wywołała po raz pierwszy, potrzebę zbudowania wozów służących wyłącznie do przewozu piwa. Piwo *Drehera* transportowano bowiem z Wiednia do Paryża, a inspektor kolei północnej *Wolf Bender* (ten sam, który konstruował tarcze sygnałowe na zmianach) wóz taki, pierwszy wybudował.

Celem utrzymania we wozie nizkiej temperatury, nadał Bender swemu wozowi podwójne ściany, odstające od siebie 78^{mm} wypełniając przestrzeń, którą między sobą zostawiają, popiołem, sieczką lub jakim innym złym przewodnikiem ciepła; a chcąc wóz chronić od ciepła promienistego, powlekał go jasną barwą, która to barwa jak wiadomo, ciepło promieniste odrzuca.

Aby nareszcie, podczas drogi, lód się nie stapiał, urządzono odpowiedni przewiew powietrza, jakoteż starano się o odpowiedni ściek wody, powstałej z topiącego się lodu.

Daleko więcej trudności niż wozy do przewozu piwa, sprawiać się zdaje budowa wozów służących do przewozu bydła, lub mięsa świeżego.

W Ameryce transportowano dotąd bydło rogate na wielkie przestrzenie, bez najmniejszego pokarmu i napoju.

Tak np. szły woły z *Chicago* do *Pittsburg* na odległość 750 kilometrową przez 36—42 godzin bez jadła i picia.

Dopiero w roku 1876 poczęto w tej mierze zaprowadzać ulepszenia, budując wozy dla przewozu bydła umożliwiając pojenie go podczas podróży.

Pomimo to, bydło transportowane koleją, traci na wadze, doświadczenia agronomicznego stowarzyszenia brandeburskiego (1880) pouczają bowiem, że wół transportowany na przestrzeń;

do 100	kilometrów	traci	3·04
100—200	„	„	4·38
200—300	„	„	4·73
300—400	„	„	7·07

procent ciężaru, który przed transportem posiadał.

Ciekawe są wozy, służące do przewozu nafty, która, jak wiemy, stanowi jeden z najważniejszych artykułów wywozu Ameryki.

Chcąc naftę przewozić na dłuższe przestrzenie, ustawiono na wozie kocioł ogromnych rozmiarów, tak, że mieści w sobie więcej nafty, aniżeli u nas tender wody, kocioł taki starannie na rysorach ustawiony otoczono galeryą, umożliwiającą hamulczemu obchodzić go podczas jazdy do koła, kocioł zaś napełniano szczelnie, aby nafta podczas jazdy rzucać się nie mogła.

4.

Wozy pocztowe i pakunkowe.

Do przewozu listów i innych przesyłek pocztowych, znachodzimy na niektórych kolejach odrębne wozy, które urządzono tak, aby odbywać się mogła w nich cała manipulacya pocztowa.

Na ten cel, wstawia się do wozu takiego, stół do pisania, stelażki do rozdzielania listów, krzesło do siedzenia, i zaopatrza się go we wszystkie przyrządy pocztowe.

Ponieważ urzędnicy pocztowi, w zimie i w nocy pracować muszą, więc trzeba, wozy takie ogrzewać i oświetlać, skrzynię wozów osadzać na giętkich rysorach, aby wstrząśnienia, powstające podczas jazdy, pisaniu nie przeszkadzały. Urzędnik zaś, prowadzić musi podczas jazdy między dwoma sąsiedniemi stacyami, manipulacyę pocztową tak, aby przybywając do stacyi, mógł podczas przestanku przesyłki oddać, nadane mu zaś, odebrać.

Ponieważ manipulacya wydawania i odbioru przesyłek wymaga zawsze jakiegoś czasu, więc starano się w nowszym czasie sprawić takie przyrządy, aby manipulacya odby-

wać się mogła podczas *przejazdu przez stacyę*, nie zatrzymując się w niej wcale.

Ażeby coś podobnego umożliwić, ustawia się na dachu wozu pocztowego gatunek widełek, które, gdy wóz przejeżdża przez stacye, chwytają worek z listami, uwieszony na słupku, wsuwając na jego miejsce worek z przesyłkami przeznaczonemi dla stacyi.

Odcięty woreczek wpada do środka wozu, gdzie się go otwiera celem sortowania w nim znajdujących się przesyłek.

Przyrządy podobne, znachodzimy na niektórych stacyach w Anglii jakoteż w Ameryce.

Amerykanie przeznaczają jednę trzecią przestrzeni wozu pocztowego do sortowania listów, i zawiera ona 480 przedziałek, z których każda, przedstawia kwadrat mający $0{\cdot}10^m$ długą ścianę.

Obok takiej sztelarzy ustawiają tam stolik, otoczony trzema szafami na listy, na stoliku odbywa się manipulacya pocztowa, polegająca w tem, że się wyjmuje z woreczków zawieszonych w około stołu listy i pakiety, które zewnątrz do nich się dostały, grupując je stósownie.

Niejakie podobieństwo do czynności urzędników pocztowych, ma służba konduktorów zatrudniających się przyjmowaniem pakunków i prowadzeniem odpowiednich zapisków.

Dlatego też i wozy *pakunkowe*, otrzymują stół, krzesło, i stelarze, niemniej wszelkie przybory do pisania.

Wóz pakunkowy, podzielają zwykle na dwie niejednako wielkie części, w mniejszej połowie, pozostaje konduktor manipulacyjny, druga zaś, służy do przechowywania pakunków i sprzętów zapasowych, jak np. sprzęgni, pochodni, latarek, szkieł sygnalizacyjnych, smarowidła, apteczki; przyrządów chirurgicznych, a niekiedy i aparatu telegraficznego, który w razie potrzeby włączyć można w linię, tworząc tym sposobem chwilową stacyę środkową.

5.

Koła wozów kolejowych.

Niedługo po otwarciu kolei Stokton-Darlington (1825) zauważano, że dopóki się nie użyje kół wyższych, spieszniej jechać nie będzie można, gdyż koła nizkie, zbyt szybko

obracać by się musiały, co znów, bezpieczeństwu ruchu zagrażać by mogło.

Ponieważ wyrób większych tarcz z lanego żelaza (surowca) sprawiał wówczas znaczne trudności, więc próbował *Stefenson* użyć kół sprychowych, odlewając ze surowca, odrębnie dzwon, sprychy i piastę, które to składowe później w jedną całość zestawiał.

Ponieważ jednak trudno było wsadzać sprychy tak do piasty i dzwona, aby się nie obluzowywały, więc powziął *Losch* w New-Castle myśl, nie *odlewać* składowych części ze surowca lecz je *wykuwać*, co jednak, z przyczyny trudności na jakie praca taka wówczas natrafiała, dobrze uskutecznić się nie dawało.

Pomimo niedoskonałości nowego wyrobu, wytrzymywały koła sprychowe, konkurencyę pojawiających się kół wyrabianych w Anglii z *drzewa* twardego (1838).

Koła te, odpowiadać się zdawały wszelkim wymogom ówczesnego ruchu kolejowego, odznaczały się bowiem cichym i lekkim biegiem jakoteż trwałością budowy. Po dłuższym użytku na kolejach niemieckich, pokazało się jednak, że z powodu ssychania się drzewa, sprychy się obluzowywały, która to okoliczność wyrób ten usuwać nakazywała.

Nawet pomysł pana *Busse*, wyrabiania kół tarczowych ze 16 sektorów drewnianych układanych tak, że tarcza spaczyć się nie mogła (1844), kół drewnianych, uratować nie mógł, tak wielką była obawa szkodliwego wpływu zmiany ciepłoty.

Znaczniejszą daleko konkurencyę niż koła drewniane, sprawiły kołom sprychowem, koła *tarczowe*, które *Heusinger von Waldegg* wyrabiać począł w roku 1844.

Między piastę odlaną ze surowca, a dzwonem również wyrobionym ze surowca, wsunął Heusinger tarczę wyrobioną z dwu, od siebie na grubość dzwona rozsuniętych tarcz z kutej blachy.

Koła te, przyjęto przychylnie, gdyż się przekonano, że były nie tylko wytrzymalszemi od kół sprychowych, ale nadto nie chwytały ani wiatru, który opór zwiększał, ani też gromadziły kurzu, który, do zwiększenia się oporu, również przyczyniać się musiał. Okoliczność ta, była wielkiej wagi, gdyż tą samą siłą przewozową więcej ciągnąć było można.

Tarcze wyrabiane w ten sposób, podpierając jednakowo cały obwód dzwona, zapobiegły wprawdzie deformacyi dzwonu powstającej skutkiem *częściowego* podparcia sprychami, —

posiadały jednak tę niedogodność, że osadzanie tarczy wiele trudności sprawiało.

W porównaniu z kołami sprychowemi posiadały więc koła tarczowe o jednę zaletę więcej, a byłyby niezawodnie odniosły zwycięstwo, gdyby Losch nie był ulepszył koła swe o tyle, że na dzwon ze surowca wsunął wieniec stalowy, który sprawiał, że koła takie, prawie się nie zużywały.

A gdy wreście anglik *Scharp* wyrób kół sprychowych ulepszył o tyle, że walcując tak sprychy, jakoteż i piastę, nadał kołu więcej wytrzymałości, przechyliła się szala, na stronę kół sprychowych.

Amerykanie zaś, mając na oku zalety kół tarczowych, jednostajność podporu obwodu dzwona — poczęli odlewać całe koła, a więc piastę, dzwon i tarczę środkową, z jednego kawałka.

Doskonały ten wyrób, przeniósł się do Europy, a koleje austryackie należały do rzędu tych kolei, które z wynalazku, najwcześniej korzystać poczęły.

Odlew kół tarczowych wydoskonalono (1858) na kontynencie do wysokiego stopnia, a słynne są z wyrobu swego fabryki *Grusson* w Magdeburgu i *Ganz* w Peszcie.

Doskonałość wyrobu kół tarczowych w połączeniu z mierną ich ceną stały się przyczyną, że 60% wszystkich kół toczących się na torach żelaznych w Austryi, stanowią koła tarczowe.

Ażeby dzwon koła tarczowego zrobić twardszym od tarczy, pomimo ze dzwon i tarcza odlane są z jednego kawałka, wyrabia się formę dla dzwonu, ze żelaza, podczas gdy forma z której tarcza wychodzi, wyrobioną jest z gliny.

Skutkiem tego, ostyga dzwon wcześniej od żelaza, nabierając tem samem ów stopień trwałości, który tak daleko posunięto, że dzwon uzyskany, w sposób opisany, prawie wcale się nie ściera.

Próby przedsięwzięte w mieście Altona (w północnej Ameryce) podczas wystawy we Filadelfii (1876) świadczą dosadnie o wytrzymałości wyrobu amerykańskiego.

W piastę, poziomo ułożonego koła, wbijano klin stożkowy z kutego żelaza, spuszczając nań z wysokości $4^1/_4$ metra, babę ważącą 550 kilogramów.

Po pierwszem uderzeniu, piasta wcale się nie deformowała, po drugim, nabrała formy owalnej, nie okazując wcale żadnych rysów, po trzeciem spadnięciu baby na klin, okazały się promienie zdradzające kierunki, w których piasta pryskać poczynała, dopiero czwarte uderzenie, piastę zdruzgotało.

Drogo okupione doświadczenia austryackiej kolei południowej, pouczuły, że na koła odlewane ze surowca nie śmią działać h amulce, ponieważ surowiec, jako materyał kruchy, pozostawia zawsze pewną wątpliwość co do pękania, starano się zastąpić go tedy materyałem lepszym.

Daelen w *Hörde* począł wyrabiać w roku 1855 koła, przy których dzwon, tarcza i piasta, powstawały z jednego kawałka kutego żelaza, na dzwon wsadzono stalowy wieniec, który się mniej ścierał od żelaza kutego, później (1859) wyrabiano koła, przy których wieniec, dzwon, tarcza i piasta, z jednego kawałka żelaza były wykute.

Pomimo tak znakomitego ulepszenia, koła kute nie rozpowszechniały się, wieniec będąc wyrabianym z kutego żelaza, ścierał się bowiem zbyt mocno, lecz i ten brak usunięto (1865) stwarzając arcydzieło sztuki kowalskiej. Wyrabiano bowiem koła, które, pomimo że wieniec, tarcza, dzwon i piasta wykute, *z jednego kawałka* tylko, posiadały wieniec *stalowy*, podczas gdy dzwon, tarcza i piasta były *żelazne*, a fabrykacye kół takich ulepszono dzisiaj do tego stopnia, że wykucie jednej sztuki, wymaga czasu tylko 8 minut!

Krupp w Essen, wykuwa od roku 1878 koła takie, zwijając na czop taśmy żelaza w ten sposób, że zwitek nabiera formy talerza, który to talerz dostawszy się pod młot parowy, zamienia się w kilku minutach w koło tarczowe.

Koła kute mają znacznego konkurenta w kołach wyrabianych ze *zlewnej stali*, sposób wyrabiania kół tych, uchodzi niejako za tajemnicę. Anglicy *Naylor i Vikens* nabyli od wynalazcy pana *Mayera*, dyrektora huty w Bochum prawo wyrobu, urządzając w *Shefield*, odpowiednią fabrykę, co jednak nie wyklucza, że Krupp w Essen, koła podobne również wyrabia.

Koło kolejowe waży w przecięciu 300 kilogramów, para zaś kół osadzonych na osi, waży, skoro je wyrobiono ze:

surowca	855	kilogramów
żelaza kutego . . .	885	„
zlewnej stali	700	„

kosztując w pierwszym przypadku	. . . . .	110	złr.
„ drugim „	. . . . .	250	„
„ trzecim „	. . . . .	250	„

Wieniec wciąga się na koło tym sposobem, że na zimne koło wsuwa się rozpaloną obręcz, która, stygnąc,

przylega tak mocno do obwodu koła, że ją już łatwo zesunąć nie można.

Doświadczenie uczy, że wieńce tak wciskane, siedzą dobrze; w zimie jednak zdarzają się czasem wypadki, że wieniec pęka, a pochodzi to jak się zdaje, ztąd, że między kołem a wieńcem łatwo zajść może różnica temperatury, wynosząca do 60° C.

Oś koła popędowego, stojąc w połączeniu z gorącym kotłem lokomotywy, zapomocą dobrych przewodników, przenosi na koło otrzymane ciepło, które, dochodzi często do 38° C, wieniec koła zaś, tocząc się po szynie, nabiera jej ciepłotę, która w zimie, dochodzi często do 22° C, poniżej zera, tak więc, że różnica ciepła, 60 stopni termometru Celziusza, wynieść może.

Częstemu pękaniu wieńców, starano się zapobiedz w nowszym czasie, stosownem przymocowaniem wieńca do koła (Kaselowski, Gluick), a koła poprawnej konstrukcyi, zaliczać można obecnie, do kół najlepszych.

Ponieważ koła, chociażby były wyrobione z najlepszego materyału, przecież się ścierają, przezco wieniec cieńszym się staje, więc ustanawia dla Austryi ustawa, że koło tak długo toczyć się może, dopóki grubość wieńca nie spadnie do wartości 19 milimetrów.

Biorąc okrągło, przyjąć można, że koło żelazne toczyć się może 5000 kilometrów, koło stalowe zaś, 6000 kilometrów, zanim się zetrze o grubość milimetra. Podług zapisków austryackiej kolei północnej, podanych na zgromadzeniu dróg związkowych w roku 1878, ściera się wieniec koła, o grubość milimetra, skoro koło przebiegnie drogę wykazaną w następującej tabliczce:

Koło		
wyrobione ze	osadzone na osi	
	lokomotywy	tendera
	ściera się o milimetr grubości po przebyciu kilometrów,	
zlewnej stali	5905	4693
stali Bessemera	5580	5607
zwykłej stali	3872	3825

podczas gdy koła osadzone na osiach wozowych, biedz mogą, skoro je wyrobiono ze:

zwykłej stali 5548
stali Bessemera 8650

kilometrów, zanim wieniec ich, zetrze się o grubość milimetra.

Liczby te, są neder ciekawe, wykazują one bowiem, że koło stalowe, przebywszy drogę w około ziemi, ściera się zaledwie o grubość 5 milimetrów, a więc o warstwę, mającą grubość, drutu telegraficznego.

Zważając, że koło biedz może 1300 kilometrów, zanim wieniec jego zupełnie się zużyje, a długość torów, znajdujących się na ziemi naszej, szacować trzeba na 400000 kilometrów; widzimy, że długość dróg żelaznych jest tak wielką, że koło, które obiedz może, ziemię naszą do koła, zanim się zetrze o grubość drutu telegraficznego, zużywa się do szczętu, już po przebyciu $^1/_3$ tejże długości.

W najnowszych czasach wyrabia *Mansel* koła drewniane, odznaczające się doskonałością swej budowy, wysoka cena jedynie stoji obecnie na zawadzie rozpowszechnieniu się nowego wynalazku.

W Austryi, była kolej zachodnia, pierwszą, która zaprowadziła w roku 1870 kilka kół Mansela, za nią w ślad wstąpiła kolej północna, w najnowszym czasie zaś, poczynają używać kół tych kraje posunięte ku północy, jak np. północna Szkocya, Szwecya, Rosya i t. p., gdyż zauważono, że obręcze nie obluzowywują się tak łatwo z tarczy drewnianej, jak to się dzieje, używając dzwonów żelaznych.

Przyczyną tego zjawiska, zdaje się być elastyczność drzewa. Poznając doniosłość tej własności, zjawiły się też na ostatniej wystawie w Filadelfii (1876) koła, przy których, drewniana tarcza, siedziała z jednej strony w piascie z lanego żelaza, z drugiej zaś, w dzwonie ze zlewnej stali.

Jako ujemną stronę kół drewnianych, uważać należy tę okoliczność, że w lecie tarcza ich się ssycha, podczas gdy wieniec stalowy pod wpływem ciepła się rozszerza, w zimie znów, tarcza pęcznieje, wieniec zaś się skurcza, tak więc, że w zimie i w lecie, tarcze obluzować się mogą.

Wolne od podobnych wad, są koła *papierowe*, których wyrób datuje się w Ameryce już z roku 1871. We warsztatach kolejowych stacyi *Saarbrücken* poczęto z końcem roku 1873, wyrabiać podług patentu inżyniera *Adt* we Forbach, koła z papieru prasowanego, które dobrocią swą korzystnie się odznaczają; koła te, znane są pod nazwą kół *Finkbeina*.

Wyrób kół papierowych inżyniera *Zupen* w Deutz, nie mniej koła patentu *Allou* wyrabiane w Sheffield, zasługują na uwagę. Tarcze kół papierowych wyrabia się z naklijanych warstw papieru, prasując je siłą dochodzącą do 2000 tonn. Masę tym sposobem otrzymaną, wysusza się w powietrzu ogrzewanem, trzymając ją tam 4—5 godzin, poczem masa tak stwardnieje, że ją chyblować można.

Tym sposobem uzyskaną tarczę wsuwa się między dwa talerze wyrobione ze żelaza, przeszywając ją śrubami tak, że śruby przechodzą przez mięśnie tarczy, a trzymają się w talerzach.

Tarczę taką, osadza się z jednej strony we wieniec stalowy, z drugiej zaś, w piastę wykutą ze żelaza; samą piastę znów, wciska się na osie siłą 400 tonn, a koła takie, przedstawiają materyał doskonały, sprawiają bowiem nadzwyczaj cichy bieg wozów, dla której to zalety, używają je chętnie do wozów sypialnych.

Koło papierowe, waży 225 kilogramów, a kosztuje 150 złr., znaleść je można na kolejach angielskich, holenderskich, jednakowoż więcej dla próby tylko, podczas gdy w Ameryce szerzej są rozpowszechnione.

Zauważy wypada że Amerykanie używają przeważnie kół papierowych, Anglicy, lubują się w kołach drewnianych, Niemcy zaś, cenią najwyżej koła stalowe.

6.

Różnica między kołami wozów kolejowych, a kołami wozów używanych na szosie.

Porównywając koła wozów używanych na sosie, z kołami wozów kolejowych, wpada w oko, że koła wozów kolejowych, wsunięte są po pod podłogę wozu, podczas gdy dno wozów szosowych, między kołami się znajduje; koła wozów szosowych, posiadają dowolny obrót w około swych osi, podczas gdy koła wozów kolejowych, na osi stale osadzono tak, że nie koło na osi, ale cała oś wraz z kołami w panwiach się obraca, koła wozów kolejowych, nie przedstawiają przekroju wałka, lecz są stóżkowate i odznaczają się wreście wieńcem wystającym, którego koła wozu zwykłego wcale nie posiadają

Do ustawiania podłogi po nad koła wozu kolejowego, zmuszała przed wszystkiem ta okoliczność, że podłoga wozu,

musi koniecznie być w tej samej wysokości co i podłoga magazynu, tak, że podłoga wozu, jest niejako przedłużeniem podłogi magazynu.

Wsuwając koła pod podłogę wozu, chroni się je od uszkodzenia, usuwa się je z drogi, zyskuje się łatwość manipulacyi, nie naraża się robotnika na niebezpieczeństwo i otrzymuje się większy obszar do ładowania towarów, przez co znów powstaje korzystniejszy stosunek ciężaru tary, do ciężaru ładunku.

A ponieważ punkt ciężkości ładunku zbyt wysoko wysuwać nie można, więc chcąc ładować wiele, ustawiać trzeba skrzynie wozu na kołach, o ile możności niskich, pomimo że niskie koła na znaczną chyżość jazdy nie dozwalają.

Wysokość kół i ciężar ładunku, weszły więc w pewien związek, a doświadczenie pouczyło, że koła mające średnicy 90 do 100 centimetrów (meter) najlepiej odpowiadać się zdają obydwom, wzajemnie się wykluczającym warunkom, z tego też powodu, przepisuje ustawa $0{\cdot}9^{m}$ jako przeciętną średnicę dla kół kolejowych.

Co się tyczy stałego osadzenia kół na osie, przypomnieć wypada, że dopóki na kolejach ciężary przewożono siłą koni, posiadały koła wozów kolejowych, dowolny obrót w około swych osi, później jednak, gdy siłę koni zastąpiono parą, a tem samem szybkość jazdy zwiększono, stałe osadzanie kół, porzucić musiano.

Utrzymanie bowiem koła w płaszczynie pionowej, jakoteż zachowanie niezmiennej odległości dwóch, na jednej i tej samej osi osadzonych kół, natrafiało na znaczne trudności, które z przyczyny jednostronnego ścierania się osi, doszły punktu kulminacyjnego.

Stoi na szynie koło, mające dowolny obrót w koło swej osi, to przekroje piasty i osi, nie będą tworzyć kół współśrodkowych (z jednego i tego samego centrum opisanych) lecz staną względnie siebie tak, że w kole piasty, koło osi zajmie miejsce możebnie najniższe, tj. środek osi, stanie poniżej centrum piasty, tak więc, że piasta i oś, stykać się będą tylko na dole, podczas gdy pozostający obwód przekroju osi, z wewnętrznym obwodem piasty, wcale stykać się nie będzie.

Skutkiem takiego położenia osi do piasty, pozostającego podczas całego trwania ruchu, ściera się oś w dolnej swej połowie, więcej aniżeli w górnej, ściera się więc jednostronnie, przez co znów, oś załamać się może.

Truduość smarowania osi, w około której koło się obraca, naprowadza również, na konstrukcye osi złączonych z kołem stale. Dozwalając bowiem na obrót koła w około osi, sprowadzamy konieczność budowania wirującej maźnicy, która to konieczność upada, skoro nie maźnica w około osi, lecz oś w maźnicy obracać się może.

Dalszą różnicę między kołem wozu kolejowego, a kołem wozu furmańskiego, sprawia konieczność trzymania się toru. Chcąc wóz utrzymać podczas jazdy na szynie, zaopatrzyć trzeba albo szynę w rowek w którym koło się toczy, lub zbudować koło zaopatrzone na swym obwodzie w rynewkę, na podobieństwo rolki. Szyna wyżłobiona na kształt rynewki, utrudnia przejazd w łukach, siła bowiem odśrodkowa, zradzająca się podczas nieco przyspieszonej jazdy, brzeżki takie łatwo wyrwać może. Oczyszczanie rowków z kurzu, błota, lodu i śniegu, przedstawia także trudności, z którymi liczyć się trzeba.

Używając zaś kół zaopatrzonych w rynienkę, a toczących się po gładkiej szynie, upada większa część trudności, które zupełnie znikają, skoro koło w miejsce rowku otrzyma wieniec, wystający po jednej stronie szyny.

Koła wozów kolejowych, budujemy tak, że wystający wieniec, zawsze staje na wewnątrz toru.

Jako ostatnią różnicę między kołem wozu furmańskiego a kołem wozu kolejowego, wymieniono na wstępie, stóżkowatość kół, o której w osobnym paragrafie pomówić wypada.

7.

Stożkowatość kół.

Wóz kolejowy, mając koła o przekroju wałka, wpuszczony w łuk, z trudnością toczyć się będzie.

Łuki bowiem, zatoczone ze wspólnego środka, różnie wielkiemi promieniami, należące do jednego i tego samego kąta w centrum, posiadają nie jednakową długość, łuk zewnętrzny jest dłuższym od łuku leżącego w torze wewnętrznym.

Gdy więc wóz przejedzie pewną drogę, to koła, osadzone na jednej i tej samej osi, przebyć muszą w tym samym czasie, nie jednako wielkie drogi.

Koło toczące się po toku zewnętrznym, przebędzie większą, koło na toku wewnętrznym, mniejszą drogę, od drogi, mierzonej w środku toru.

A ponieważ nie jednako długie drogi przebyte być muszą w jednym i tym samym czasie, więc koło przebywające drogę dłuższą, spieszniej toczyć się musi, od koła, robiącego drogę mniejszą.

Na toku zewnętrznym, koło spieszniej więc toczyć się będzie od koła biegnącego po toku wewnętrznym.

Nierówna spieszność obrotu, obu, do jednej osi należących kół, nie przeszkadza tak długo, dopóki koła posiadają dowolny obrót na swej osi, trudności piętrzą się jednak, skoro chodzi o ruch wozu *kolejowego*, a więc wozu, przy którym koła nie mają dowolnego obrotu na swej osi.

Chcąc ruch wozu takiego umożebnić, nadać trzeba kołu, toczącemu się po toku zewnętrznym, obwód większy od koła drugiego, na tej samej osi osadzonego, bo tylko w takim razie sprawić można, że koła osadzone stale na wspólnej osi, podczas jednego jej obrotu różnie wielkie drogi przebiedz mogą.

Wielkość promieni, na jednej osi osadzonych kół, zależeć zaś będzie od ostrości zakrzywienia łuku.

Ponieważ jednak nie wszystkie łuki znajdujące się na kolei, zatoczono jednym i tym samym promieniem, owszem, promień krzywizn mocno się zmienia, więc też i promień kół należących do wspólnej osi, *zmieniać* się będzie musiał.

Dla krzywizny pewnej ostrości, muszą promienie kół osadzonych na wspólnej osi, stać do siebie w pewnym stosunku, który znów, zmienić się musi, skoro wóz w inną krzywiznę wstąpi.

Koła należące do jednej osi, muszą więc posiadać nie tylko promienie nie jednakowe, ale nadto względna ich wielkość podług okoliczności zmienić się musi.

Widzimy więc, że warunki, którym konstruktor zadosyć uczynić musi, nadzwyczaj są trudne, jest tu jedno tylko wyjście; nadać wieńcom przekrój stożka i ustawić stożki obydwóch kół tak do siebie, ażeby większe ich przekroje zawsze w środek toru wpadały.

Koła takie, powstały w Ameryce w roku 1829, a budował je James *Wright* w Kolumbii.

Oś taka potoczy się swobodnie w każdym łuku, bo siła odśrodkowa zrodzona ruchem w łuku, wysuwać ją będzie zawsze na zewnątrz toru, co sprawi, że koło wysu-

nięte na zewnątrz, stanie na szynie większym obwodem swego stożka, koło zaś pozostające na toku wewnętrzym, zesunie się równocześnie z dawniejszego, na mniejszy obwód.

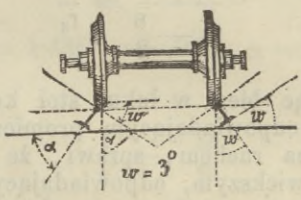
A gdy stożkowatość wieńca odpowiednio będzie dobraną, posunie siła odśrodkowa, oś zawsze tak, że nie równie wysokie koła, przebędą równocześnie tak długie drogi, jak długie są toki, należące do jednego i tego samego łuku.

Pokonano więc trudności jazdy w *łukach*, stworzono je jednak dla jazdy w *prostych*. Stożkowatość, będąc odpowiednią w łukach, staje się bowiem przeszkodą dla jazdy w prostych.

W łukach ustawia siła odśrodkowa, oś wozu, właśnie tak, jak potrzeba, w liniach prostych, nie ma zaś siły odśrodkowej, któraby oś ustawiała w miarę potrzeby.

Tutaj stworzyć trzeba nową siłę, a siłę taką znaleziono w ciężarze wozu, który to ciężar, wyzyskać można, skoro szyna nie będzie ustawioną na progu, *pionowo*, lecz zostanie do niego nachyloną, jak to uwidocznia figura 28.

Fig. 28.



Później znaleziono, że koła stożkowe sprawiają mniejszy opór i przyczyniają się znacznie do konserwacyi wieńców, osadzonych na dzwonach.

Ostrość stożkowatości kół, jakoteż kąt, pod którym szyny ku sobie zwracać trzeba, oblicza się jak następuje.

Przyglądając się ruchowi stożka, toczącego się na płaszczyźnie, przychodzimy do przekonania, że koło stożkowe potoczy się w łuku tylko wtedy z najmniejszym oporem, skoro drogi, które koła osadzone na wspólnej osi równocześnie przebywają, równać się będą długości łuków, po których koła się toczą.

Ponieważ obwody, któremi koła się toczą, stoją w prostym stosunku do ich promieni, a długość toków należących do jednego i tego samego łuku, stoi w stosunku

do promienia łuku, więc wypada, że koła stożkowe tylko wtedy swobodnie łuki przebywać będą, skoro ich promienie stać będą do siebie w tym samym stosunku, w którym stoją promienie toków należących do jednego i tego samego łuku.

Wyraża *s*, szerokość, *R* zaś, promień toru, mierzany w środku pomiędzy dwoma tokami, to będzie:

$$\left(R + \frac{s}{2}\right)$$

promień toku zewnętrznego, zaś:

$$\left(R - \frac{s}{2}\right)$$

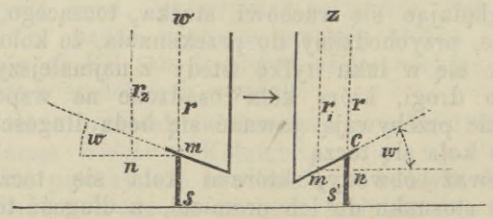
promień toku leżącego wewnątrz toru.

Wyraża we fig. 29, promień koła mierzany w środku szerokości dzwonu, r_1 promień większy, r_2 promień mniejszy, tegoż samego koła, to być musi:

$$\frac{R + \frac{s}{2}}{R - \frac{s}{2}} = \frac{r_1}{r_2}$$

Rozpoczynając bieg w łuku, stoi koło na obydwóch tokach obwodem odpowiadającym promieniowi *r*, siła odśrodkowa zrodzona ruchem, sprawi, że koło zewnętrzne stanie obwodem większym, odpowiadającym promieniu r_1, koło zaś wewnętrzne, zesunie się na obwód mniejszy, przynależny do obwodu r_2.

Fig. 29.



Wyraża w, kąt stożkowatości, to będzie:

$$r_1 = r + cn = r + mn.\ tg\ w.$$
$$r_2 = r + cn = r - mn.\ tg\ w.$$

przestrzeń mn, jest połową szerokości dzwonu, która to połowa zwykle wynosi 30^{mm}, [nazywając ją literą $\triangle$, otrzymujemy:

$$r_1 = r + \triangle.\ tg\ w.$$
$$r_2 = r - \triangle.\ tg\ w.$$

po wstawieniu tych wartości we wzór powyższy, otrzymujemy zaś:

$$tg\ w = \frac{r.s}{2\ \triangle.\ R} \qquad (1$$

wzór, służący do obliczania stożkowatości kół kolejowych. Ponieważ $tg\ w = \frac{1}{n}$, więc pisać można:

$$\frac{1}{n} = \frac{r.s}{2\ \triangle\ R}$$

zważywszy że $s = 1{\cdot}435^m$, $r = 0{\cdot}5^m$, $\triangle = 0{\cdot}03^m$, $tg\ w = \frac{1}{n}$, otrzymamy:

$$\frac{1}{n} = \frac{12}{R} \qquad (2$$

wzór służący do obliczania stożkowatości kół kolejowych.

Gdyby chciano mieć koła, któreby biegnąc w łuku zatoczonym promieniem 240^m, podczas drogi się nie ślizgały, nadać by im wypadało stożkowatość:

$$\frac{1}{n} = \frac{12}{240} = {}^1/_{20}$$

tak więc, że kąt stożkowatości, a zarazem i kąt nachylenia szyny, wynosiłby:

$$tg\ w = \frac{1}{n} = \frac{1}{20} = 0{\cdot}05$$

czyli:

$$w = 3^0$$

Gdyby zaś koła, biegnąć miały w łuku mocniej zakrzywionym, a więc w łuku opisanym promieniem mniejszym, to dzwon ich, musiałby mocniej zbaczać od cylindra, czyli, stożkowatość wyrazić by trzeba ułamkiem mniejszym.

Widzimy z tego, że każdy łuk, wymaga dla siebie, odrębnej stożkowatości, ścinając więc cylinder do wartości pewnej, wynoszącej np. $\frac{1}{n}$, sprawiamy, że koło takie, toczyć się będzie swobodnie tylko w łuku, którego promień wynosi R = 12.n metrów, w każdym innym zaś łuku, koło ślizgać się musi.

Ponieważ stożkowatość kół, jest wartością zależną od promienia łuku, a na jednej i tej samej kolei znachodzą się rozmaite łuki, więc też koła stożkowe, ślizganiu się, częściowo tylko zapobiedz mogą.

A okoliczność ta, nasuwa myśl, czy, nadając kołom stożkowatość $\frac{1}{20} - \frac{1}{17}$ jak to zwykle się dzieje, odniesiemy znaczną korzyść, lub też nie.

Spostrzeżenia pana *M. Dovel*, szefa warsztatów centralnej kolei w Szkocyi, wskazywać się zdają, jakoby stożkowatość kół nie była rzeczą konieczności.

M. Dovel osadził bowiem na jednej i tej samej osi dwa koła, z których jedno było o $^1/_{12}$ centm. krótsze od drugiego, para kół takich, toczyła się na poziomej płaszczyźnie nie prosto, lecz kołem, pomimo, że dzwony kół wcale nie ścinano, wózek zaś złożony z dwóch takich osi, toczył się nie łukiem, lecz linią prostą. A długość linii którą wózek przebiegał, równała się zawsze długości łuku, któryby pojedyńcza oś opisać musiała, gdyby miała koła jednako wysokie, mające promień równający się arytmetycznej średni obydwóch, nierównych promieni.

Opisane doświadczenie poucza, że większe koło ślizga się zawsze o tyle *wstecz*, o ile mniejsze *wprzód* się posuwa, że więc stożkowatość kół nie koniecznie jest potrzebną.

8.

Rozstaw osi.

Opisano już, w jaki sposób, osadza się koła na osie, obecnie opisać wypada, jak daleko osie takie od siebie rozsuwać trzeba, aby wóz odpowiadał dobrze warunkom ruchu.

Dopóki wóz biegnie w linii prostej, rozstaw osi nie odgrywa wcale żadnej roli, inaczej zaś rzecz się ma, skoro wóz w łuku się toczy.

Wóz, wtedy tylko toczyć się będzie swobodnie w łuku, jak długo osie jego ustawiać się będą mogły w kierunku promieni łuku, które odpowiadają położeniu osi.

A ponieważ dwa, w odległości równającej się rozstawu osi, z centrum łuku, zarysowane promienie, nie są sobie równoległe, lecz w centrum koła zawierają między sobą pewien kąt, więc też i osie wozu, nie powinny być do siebie ustawione równolegle, lecz kierunek ich, zawierać winien ten sam kąt, jaki owe promienie między sobą zawierają.

Chcąc więc uzyskać w łukach ruch swobodny, sprawić trzeba, aby osie należące do jednego wozu, obracać się mogły w płaszczyźnie poziomej w około czopów, ustawionych pionowo.

Ponieważ jednak konstrukcya podobna komplikuje budowę wozu, więc osie, nie mając ruchu podobnego, w krzywiznach ruchu swobodnego, uzyskać nie mogą.

Spoczywa ciężar wozu, na osiach, zbyt wiele od siebie rozsuniętych, to wóz taki, nie będzie mógł biedz spokojnie, co znów szkodliwie na rysory, a nieprzyjemnie na podróżnego oddziaływa.

Wynika ztąd, że istnieć musi jakaś granica, do której rozstaw osi posuwać można, którą więc przekraczać nie wypada.

Na zgromadzeniu dyrektorów dróg żelaznych uchwalono w roku 1879, że bezpieczeństwo ruchu już cierpi, skoroby używać miano większego rozstawu osi jak:

4^m	w łukach	zatoczonych	promieniem	180
5	„	„	„	250
6	„	„	„	300
7	„	„	„	400

metrów.

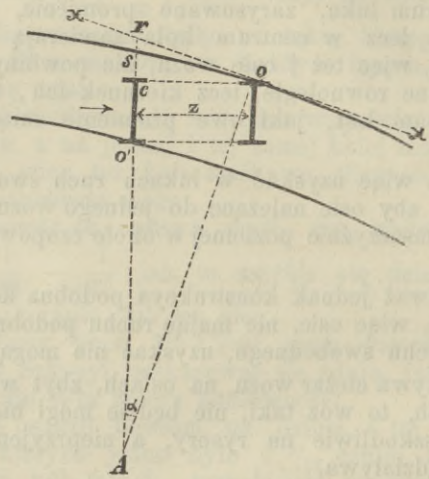
Powyższe liczby, wypływające z doświadczenia, starał się *Heusinger* ująć we wzór algebraiczny, kalkulując jak następuje:

Ustawi się jedna oś wozu stojącego w łuku, w kierunku promienia, to druga, jej równoległa, kierunku tego zatrzymać już nie może, gdyż promienie pociągnione z centrum łuku, do punktów oznaczających końce osi, nei

leżą do siebie równoległe, lecz zawierają między sobą kąt, wynoszący α stopni.

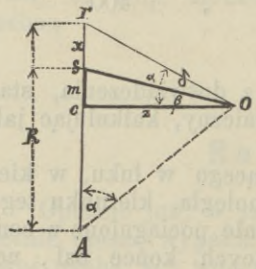
Wóz, wchodząc w łuk, *najeżdża* przodową osią, na tok zewnętrzny, który, oś tę spycha ku środkowi, o drogę sc = m metrów, tak, że tylko oś mająca kierunek promienia, otrzyma pozycyę, uwidocznioną we figurze.

Fig. 30.



Pociągniemy w punkcie *o*, fig. 30, w którym oś przodowa najeżdza na łuk zewnętrzny, do łuku tego, styczną xx, a łuk *os*, uważać będziemy z powodu małej wielkości kąta *a*, jako linią prostą, to otrzymamy figurę 31, w której przedstawia oc = z, rozstaw osi, sc = m, drogę o którą tylna oś się zesunęła, a której wielkość, podług doświadczenia, wynosi 78^{mm} czyli 0·078 metra.

Fig. 31.



Pamiętając że linia *os*, jest łukiem, a linie A s i A o, są promieniami, które łuk przecina pod kątem prostym, to mamy w przybliżeniu:

$$m = z.\operatorname{tg}\beta$$

$$x = os.\operatorname{tg}\delta$$

gdzie x = rs, a ponieważ dla kątów małych, będzie os = z, więc mamy:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{m}{2}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{x}{2}$$

lub w przybliżeniu:

$$\beta = \frac{m}{2}, \quad \delta = \frac{x}{2}$$

a ponieważ:

$$\beta + \delta = \alpha$$

więc mamy:

$$\alpha = \frac{m + x}{2}$$

a ponieważ jest także:

$$(s\,o)^2 = x\,(2\,R - x) = 2\,R\,x - x^2$$

a, x^2 w stosunku do R jest wartością nieznaczną, więc mamy, ze względu na $s\,o = z$, także:

$$z^2 = 2\,R\,x$$

a przeto:

$$x = \frac{z^2}{2\,R}$$

po wstawieniu tej wartości we wzór, wyrażający wielkość kąta α, otrzymujemy:

$$\alpha = \frac{m}{z} + \frac{z}{2\,R}$$

Ponieważ wóz tem łatwiej przejdzie, im mniejszym będzie kąt α, więc wyrażać musi z, długość odpowiadającą minimum kąta, a więc rozstaw osi należący do łuku najostrzejszego.

Biorąc pochodną $d\,\alpha$ względem niezależnie zmiennej $d\,z$, i stawiając $\frac{d\,\alpha}{d\,z} = o$, otrzymujemy; ponieważ jest:

$$\frac{d\,\alpha}{d\,z} = \frac{1}{2\,R} - \frac{m}{z^2},$$

równanie:

$$\frac{1}{2\,R} - \frac{m}{z^2} = 0$$

z którego wypada:

$$z = \sqrt{2m\,R}$$

jako szukaną, wartość rozstawu osi, odpowiadającą promieniu *R*, a ponieważ, jak wspomniano, jest m = 0·078, więc otrzymujemy:

$$z = 0{\cdot}28\,\sqrt{R} \qquad (3$$

wzór służący do obliczania rozstawu osi, w którym oznacza:
z... rozstaw osi, w metrach.
R... promień łuku, w metrach.

Wartości otrzymane z powyższego wzoru, wstawiając za **R** poszczególne wartości, zgadzają się zupełnie z wartościami przepisanemi § 135 ustawy dróg żelaznych, należących do związku niemieckiego, jak to wykazuje następująca tabliczka:

R	rozstaw osi wynosi w metrach podług:	
	ustawy	wzoru
250	4·4	4·5
300	4·8	5·0
400	5·6	5·6
500	6·2	6·2
600	6·8	6·8

9.

Zderżaki czyli bufory.

Dopóki pociąg pozostaje w ruchu jednostajnym, nie ma powodu, aby wozy, z których powstaje, zbiegać lub rozsuwać się miały, skoro zaś maszyna nagle stanie, to wozy, posiadając jeszcze swą chyżość, prawem bezwładności, cisnąć będą ku maszynie, przez co oddalenie jednego od drugiego, nieco zmienić się musi.

Podczas tłoczenia się wozów ku maszynie, powstać muszą szturkania, które najniekorzystniej by oddziaływać musiały na wozy same, gdyby nie miano przyrządu do łagodzenia ruchów szkodliwych.

Gdyby wozy stykać się mogły ze sobą tak, iżby czoło jednego, przylegać mogło do czoła drugiego wozu, to zestawianie pociągów natrafiłoby na trudności, gdyż sprzęganie takich wozów ze sobą, byłoby operacyą uciążliwą, a częstokroć i niebezpieczną. Szturkania powstające przy każdem zderzeniu się wozów, przenosiłyby się w takim razie bezpośrednio na ściany poprzeczne, a przez nie i na towary lub osoby, znajdujące się we wozie, co znów by sprawiło, że tak przewóz towarów, jakoteż i jazda osób, rzadko tylko bez szwanku, odbywać by się mogły.

Chcąc złemu zaradzić, jest więc rzeczą konieczności wsunąć między czoła ze sobą stykających się wozów, części elastyczne, któreby łagodziły szturkania, powstające przy zderzeniu się wozów. Na ten to cel, wydłużano dawniej dzwigary, na których skrzynia wozu spoczywa, po za jego czoła, tak, że w razie zejścia się dwóch wozów, dzwigary, a nie czoła, ze sobą się zderzały; poprzeczne czoła dzwigarów wyścielano poduszkami, czem sprawiono, że szturkania, chociażby nawet i silniejsze, zbyt szkodliwie nie oddziaływały.

Gdy się przekonano, że poduszki takie za mało posiadają elastyczności, by mocne szturkania ułagodzić, zastąpiono je cylindrami, osadzonemi na rysorach, a gdy wreszcie i rysory, skutkiem częstych uderzeń, pryskać poczynały, użyto pierścieni z kauczuku (1845).

Ciała takie, *buforami* czyli *zderzakami* zwane, odpowiadały dosyć dobrze swemu zadaniu, posiadały jednak tę niedogodność, że pierścienie kauczukowe, podczas mrozu, elastyczność swą utracały, która to okoliczność, tem więcej znaczenia nabierała, im wyżej ku północy koleje prowadziły.

A gdyby temu zaradzić nie umiano, pewnieby pomimo doskonałości wyrobu fabryk *Tuller* i *Bergue*, pierścieni kauczukowych nikt nie używał.

Na szczęście brak ten usunąć zdołano, w roku 1853, począł bowiem *Spencer* wyrabiać tak zwany kauczuk wulkanizowany, który to wyrób, elastyczności swej, więcej już nie zmieniał.

Kauczuk wulkanizowany, czyli tak zwany *ebonit*, jest to mięszanina kauczuku ze siarką, wyrabiana pod naciskiem $2^1/_2$—3 atmosfer. Pojawiły się też, już w roku 1856 zderzaki zaopatrzone w pierścienie ebonitowe, a fabrykat *Weltera*, nabrał w swoim czasie wielkiego rozgłosu.

Na wystawie paryskiej z roku 1867, okazywał *Warne* zderzaki, które nie posiadały ani rysor, ani też pierścieni

ebonitowych, lecz zaopatrzone były w trzon, który wchodząc do pochwy, powietrze zgniatał.

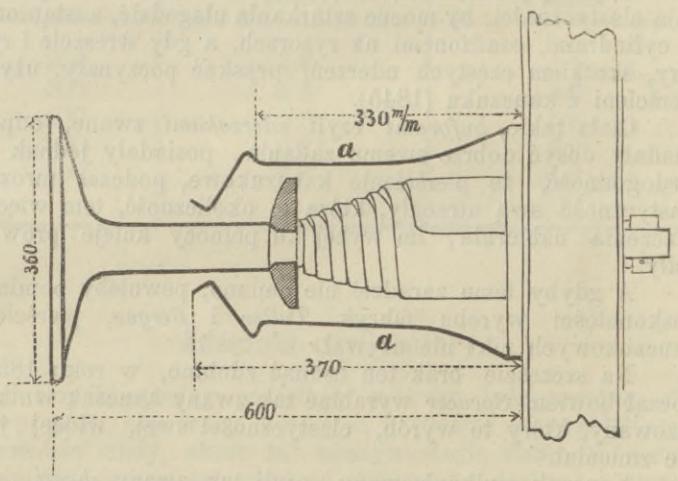
Bufory te, zwane buforami pneumatycznemi, odznaczając się wielkim stopniem elastyczności, zabierają mniej miejsca aniżeli bufory ebonitowe, a znaleść je można, na kolejach angielskich i amerykańskich.

W nowszym czasie, poczynają koleje zarzucać pierścienie ebonitowe, używając sprężyn, zwiniętych w sposób uwidoczniony we figurze 32.

Do czoła wozu *mn*, przymocowanym jest cylinder *aa*, w którego wnętrze wsuwać się daje trzon, cisnący na zwój sprężynowy.

Trzon, zakończony jest talerzem, który, przenosząc podjęte uderzenia na piston, sprawia, że tenże wsuwając się do pochwy, zużywa otrzymaną pracę na zgniatanie tamże umieszczonej sprężyny. Długość całego zderzaka wynosi 0·5—0·7 metra, zderzak zaś całkowity waży wraz z osłoną czyli pochwą 70—80 kilogramów.

Fig. 32.



Na czole każdego wozu osadza się po dwa zderzaki, we wysokości podłogi wozu, w ten sposób, że bufory dwóch do siebie zesuniętych wozów, talerzami zderzyć się muszą.

Trzony zderzaków tak są urządzone, że talerz wypukły jednego wozu, zawsze natrafi na talerz płaski wozu dru-

giego, chociażby wóz obrać jak chcieć. Ażeby to osiągnąć, wsuwa się zawsze talerz płaski w tę pochwę, która się znajduje po lewej ręce człowieka, wyglądającego ze środka wozu, na ścianę podłużną.

Trzonom nadać trzeba taką długość, aby pozostawało po między dwoma, do siebie zesuniętemi wozami, zawsze jeszcze tyle miejsca, by między ich czołami, zmieścić się mógł hamulczy.

Co się tyczy odległości, w której na czole wozu bufory od siebie są rozsunięte, to nie miano w początkach rozwoju dróg żelaznych w tej mierze wcale żadnych przepisów.

Okoliczność ta sprawiła, że każda kolej, bez względu na sąsiadkę, rozsuwała bufory tak, jak się jej podobało.

Ztąd też przyszło, że jedne wozy miały bufory mocno rozsunięte, drugie zaś mocno do siebie zbliżone, zeszły się takie wozy razem, to częstokroć wsuwały się bufory jednego wozu między szerzej rozstawione bufory drugiego.

Okoliczność ta narażała hamulczych na niebezpieczeństwo życia, i była czasami powodem wypadków na kolejach.

Grzech popełniony przeciw solidarności, mścił się później na ruchu, wozy bowiem, mające rozmaity rozstaw buforów, w skład jednego i tego samego pociągu żadną miarą wchodzić nie mogły.

Ażeby umożliwić przejście wozów szeroko puferowych, na koleje używające wozów wązko puferowych, przybijano na poprzek buforów deski, co sprowadziło, że bufory stojące blisko siebie, wsuwać się już nie mogły między bufory drugiego wozu, przy którem bufory były szerzej rozstawione.

Deski jednak ginęły, lub łatwo się łamały, tak że trudność w przejściu wozów z jednej kolei na drugą, zaprowadzeniem desek buferowych, usuniętą nie została.

Chcąc złemu stanowczo zapobiedz, pozostawał tylko jeden środek t. j. osadzanie buforów na wszystkich kolejach jednako daleko od siebie.

I tego też środka rzeczywiście się chwycono.

W roku 1864, ujął bowiem związek kolejowy sprawę zderzaków w swoje ręce, przepisując rozstaw, wynoszący $1{\cdot}75^{m}$ jako normę dla wszystkich wozów kursujących po torach, należących do związkowych dróg żelaznych.

Energiczne i konsekwentne przeprowadzenie tej ustawy stało się dobrodziejstwem dla ruchu, gdyż ilość wypadków znacznie się zmniejszyła.

Uchwalając jednakowy roztaw buforów, dla wszystkich kolei, nie zastanawiono się nad jego *wielkością*, chociaż wiel-

kość rozstawu zderzaków, dla ruchu nie jest wcale sprawą obojętną.

Wozy ustawione w łuku, jeden za drugim, obydwoma buforami zderzać się nie mogą, gdyż łuk zewnętrzny jest dłuższym od łuku wewnętrznego, w takich razach, bufory tylko wtedy zderzyć się mogą, gdy każdy z nich, w środku czoła wozu osadzonym będzie.

Wynika ztąd, że korzystniej jest ustawiać na czole wozu, jeden tylko zderzak środkowy, aniżeli osadzać ich dwa, rozsuwając je od siebie.

Zaprowadzeniu systemu jednozderzakowego, stoi obecnie trudność, uniknienia stanu przejściowego, na zawadzie.

Przyjść jednak musi chwila, w której runie system dwuzderzakowy, a na popiołach jego, wzniesie się system jednobuforowy.

Co się tyczy wysokości po nad szyną, w jakiej umieszczać trzeba zderzaki, to przepisuje ustawa związku niemieckiego, $1{\cdot}04^{m}$ jako normalną wysokość.

Wysokość ta, nie może jednak pozostać zawsze jednakową. gdyż wóz ładowany, usiadając się na rysorach, zejdzie nieco niżej, jak próżny, tak, że zderzaki wozu ładownego staną niżej od zderzaków wozu próżnego.

W takim razie, staną osie dwóch sąsiednich buforów w różnej wysokości po nad szyną, co sprawia, że końce ich, ze sobą by się nie zderzały, gdyby je nie zaopatrzono w talerze odpowiedniej wielkości.

Nakoniec nadmienić wypada, że nie jest rzeczą obojętną, jak głęboko oś zderzaka w pochwę wsuwać się będzie, gdyż przy nadto wielkiej grze, łatwo by uprząż uszkodzić można.

W tej mierze normuje ustawa związku niemieckiego, że talerz wgniecionego zderzaka, więcej jak 370 milimetrów do czoła pochwy zbliżać się nie powinien, a instrukcya ruchu, obowiązująca wszystkie koleje austryackie, nakazuje sprzęgać wozy osobowe w ten sposób, że gdy talerze zderzaków ze sobą się zejdą, aby spinka śrubowa przykręconą była jeszcze dwa razy.

10.

Sprzęganie wozów.

Na kolejach konnych (tramway) wystarcza siła konia do prowadzenia wozu ważącego 2 tonn, gdyby zaś siłę ko-

nia użyto do przewozu ciężarów na kolei zwykłej, mającej tylko $^4/_7$ oporu kolej konnej, to koń, ciągnąć by już mógł $^7/_4$ wozów. Gdyby zaprzężono 360 koni, lub użyto do przewozu, lokomotywy pracującej siłą równającą się sile 360 koni, to maszyna taka, prowadziłaby już $\frac{7}{4} \cdot 360 = 630$ wozów po 2 tonn, ponieważ jednak wóz kolejowy nie waży 2 lecz 10 tonn, więc maszyna nie pociągnie 630 lecz tylko $\frac{2}{10} \cdot 630 = 126$ wozów.

Mniejszy opór sprawił więc możność przewozu większej ilości wozów, a okoliczność ta, zrodziła potrzebę zbudowania przyrządu do *spinania* wozów między sobą, t. j. tych wozów, które wchodzą w skład pociągu.

Zważywszy, że chcąc pociągi zestawiać, zaopatrzyć trzeba każdą lokomotywę i każdy wóz, po obydwóch stronach w jedną przynajmniej spinkę, wynika, że przyrządy do spinania wozów, należeć muszą do sprzętów bardzo rozpowszechnionych i w mnogiej liczbie używanych.

Dawniej spinano ze sobą wozy, za pomocą łańcuchów, zawieszonych na swornie, osadzanych w środku podłogi każdego wozu.

Tym sposobem uzyskano, że wozy obracać się mogły w płaszczyźnie poziomej, każden w około swego swornia, co znów przejazd przez łuki, znacznie ułatwiało.

Łącząc tak wozy ze sobą, maszyna prowadząca pociąg, łatwo z miejsca ruszała, gdyż nie potrzebowała naraz ruszać cały pociąg, lecz ruszała wóz za wozem, aż wreszcie wszystkie wozy, w ruch wprowadziła.

Ponieważ jednak łańcuchy, ruchu wozów w niczem nie ograniczały, więc też wozy mocno się rzucały, przez co znów nietylko szyny i koła cierpiały, ale i pociągi niespokojnie biegły.

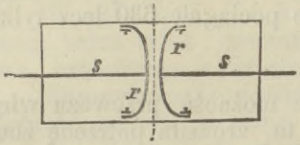
Zarzucono więc łańcuchy, próbując składać przyrządy do spinania, z dwóch od siebie niezależnych części, a mianowicie z haka, umocowanego na dnie wozu, i spinki, służącej do złączania dwóch na sąsiednich wozach osadzonych haków.

Chcąc hakom, nadać pewien stopień poddajności, nie można je było wśrubowywać w czło wozu, lecz wsuwać musiano wzdłuż całego wozu żelazną sztabę, która odpowiednio wysuwać i wsuwać się dawała.

Ku temu celowi, osadzono na dnie wozu, pod jego podłogą dwa, ku sobie zwrócone, poziomo leżące rysory, przy-

mocowując do każdego z nich, osobną sztabę, tak, że jedna sztaba wystawała z jednego, druga zaś, z drugiego czoła tego samego wozu, sztaby zaś zakrzywiano na końcach wystających, tak, że tworzyły haki, na które spinka (łańcuch z trzema ogniwami) zarzucać się dawała.

Fig. 33.



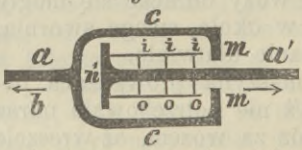
Sztabki *s* (figura 33) wydłużane siłą przewozową, wsuwały się napowrót, skoro siła działać przestała, gdyż elastyczność rysorów *r* do środka je wciągała.

Przyrząd taki, posiadał jednak tę ujemną stronę, że gra rysów *r* i r_1 niczem nie była ograniczoną, wychylać one się mogły bowiem za nadto daleko, co sprawiało, że haki, często się wyrywały.

Starano się więc, ograniczyć grę rysorów, stosując się do ustawy dozwalającej wysunięcie 15^{cm} dla wozów związkowych, używając pierścieni kauczukowych.

W tem to celu, nadano jednej sztabce formę widełek *acc*, (fig. 34), drugą zaś, zaopatrzając w trzon *nn*, wsunięto pomiędzy widełki.

Fig. 34.



Między trzon *nn*, a przecznice *mm* łączącą ze sobą widełki, wsunięto kauczukowe pierścienie *o*, *o*, *o* które przegradzano blaszanemi tarczami *i*, *i*, *i*, nasuniętemi na sztabkę a^1.

Szarpnięto wóz, to sztabki *a* i a^1 rozsuwając się, ściskały kauczukowe pierścienie, które znów, sztabki napowrót rozsuwały, skoro wóz ciągnąć przestano.

Sztaby takiej konstrukcyi odpowiadały już dużo lepiej warunkom ruchu kolejowego, nie dawały jednak tej bezpieczności, którąby osiągniono, gdyby zamiast dwóch od siebie niezależnych sztabek, użyć było można jedną tylko wzdłuż całego wozu idącą sztabę.

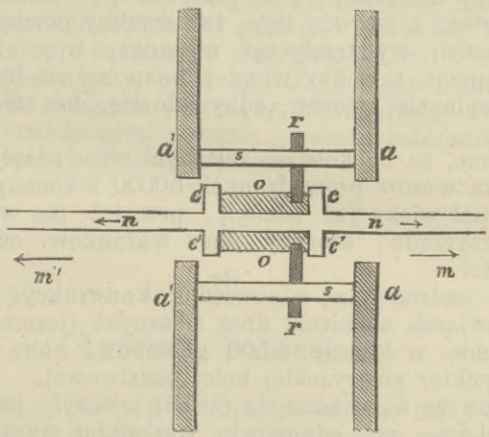
Sztaba taka, przechodząc przez całą długość wozu, musiałaby, pomimo swej nierozerwalności, dawać się wydłużać, jak to ustawa przepisuje, które to wymaganie, konstruktorów w niemały kłopot wprowadziło.

W roku 1849, udało się wreszcie, inżynierowi *Fischer von Roesselstamm* pokonać wszystkie trudności, a sztabkę jego konstrukcyi, używaną teraz już powszechnie, uwidocznia figura 35.

Na sztabie *nn* idącej wzdłuż całego wozu, wykuwa *Fischer* dwie tarcze *cc* i c^1c^1 między które, wsuwa przecznicę *r r*, przesuwać się dającą na sztabkach *ss* trzymanych dźwigarami *aa*, a^1a^1, które zarazem ruch owej przecznicy ograniczają. Ażeby sztaba, pomimo, że jest wykutą z jednego tylko kawałka żelaza, posiadała odpowiedni stopień poddajności, wsunął Fischer pomiędzy tarcze *cc* i c^1c^1 szereg pierścieni ebonitowych (kauczuk wulkanizowany). Sztaba *nn* pociągniona w kierunku strzałki *m*, poddając się ciągnieniu, ściska zarazem pierścienie *o*, a to tak długo, dopóki przecznica *rr* nie utknie o dźwigar *aa*, pociągniona zaś w kierunku strzałki m^1, zgniata pierścienie, poddając się sile ciągnącej, tak długo, dopóki przecznica *rr* nie dotrze do dźwigara a^1a^1.

W nowszym czasie ulepszono uprząż pociągową, systemu *Fischera*, o tyle, że pierścienie ebonitowe, które łatwo się kruszą, zastąpiono sprężynami, zmyślnej konstrukcyi.

Fig. 35.



Tyle co do uprzęży pociągowej, obecnie opisać wypada *spinki*, łączącą ze sobą dwa sąsiednie wozy.

Dawniej sprzęgano dwa sąsiednie wozy, tem sposobem ze sobą, że zarzucano na ich haki krótki łańcuch. Łańcuchy te, zwane *spójniami ogniwkowemi*, zawieszano na każdym wozie, tóż pod hakiem, tak, że skoro jeden wóz stanął za drugim, zarzucić można było ogniwo łączni, na hak, na przeciw stojącego wozu.

Aby sprzęgać było można wozy w każdej ich pozycyi, umieścić musiano na czole każdego wozu, hak i łańcuch, tak więc, że spinając wozy jedną spójnią, druga, luzem zawsze wisiała.

Łącznie ogniwkowe, wychodzą coraz więcej z użycia, gdyż zastąpiono je daleko lepszym przyrządem, a mianowicie *spinką śrubową*.

Spinka śrubowa, jest to zwykła, 50^{cm} długa śruba, mająca przekrój 33 milimetrów, zaopatrzona w muterki, na obydwóch swych końcach. Na muterkach przymocowano ogniwa, które zawiesza się na haki, dwóch ze sobą stykających się wozów. Zwoje śruby tak są rznięte, że jedna połowa długości śruby, posiada zwoje prowadzone w prawo, druga zaś zwoje prowadzące w lewo. Przykręcając śrubę zawieszoną na owych muterkach między dwoma wozami, sprawiamy, że spinka przestaje być tak mocno naprężoną, że się więc zwiesza, przez co odpiąć ją można.

Hamulczy chcąc spiąć dwa sąsiednie wozy ze sobą, wejść musi pomiędzy zderzaki i obracać spinkę tak długo, dopóki wozy nie zejdą się do przepisanego oddalenia.

Ponieważ z powodu tego, że hamulczy pomiędzy wozy wchodzić musi, wydarzały się wypadki, więc starano się urządzić uprząż tak, aby wozy z boku spinać było można t. j., aby spinanie, wozów odbywało się, bez wchodzenia między nie.

Pomimo, że na kolejach żelaznych ziemi naszej, kursuje $1\frac{1}{2}$ miliona wozów prowadzonych 50000 lokomotywami, a koleje od pół wieku już istnieją, przecież nie wymyślono jeszcze przyrządu, któryby temu warunkowi odpowiadał w zupełności.

Jako nadrogę za odpowiedną konstrukcyę sprzęgła, wysadził związek niemiecki dróg żelaznych (jeszcze w roku 1873) premię, w kwocie 4.500 guldenów, którą otrzymał *Beker*, inspektor austryackiej kolei państwowej.

Najnowsze doświadczenia (1878) pouczyły jednak, że uprząż Bekera, nie odpowiada wszystkim warunkom, że więc kwestyę konstrukcyi spinek wozowych, jako załatwioną, uważać jeszcze nie można.

Następstwem owych doświadczeń, było to, że posiadamy obecnie przeszło 100 konstrukcyi, ktore jeszcze ugrupować należy.

Celem nakłonienia związku dróg żelaznych do odpowiedniej pracy, przełożył pan *Dupp* fabrykant maszyn w Berlinie, dyrektorium tegoż związku, w roku 1876 liczny zbiór modeli dotyczących tej sprawy.

Nie mając zamiaru wchodzić w szczegółowy opis tych wszystkich konstrukcyi, nadmienię tylko, że się one uszykować dają w dwie grupy.

Do pierwszej, zaliczyć trzeba te konstrukcye, które dozwalają używać sprzęgni teraźniejszych, do drugiej grupy zaś, należą przyrządy, które wymagają zmiany lub usunięcia dotychczasowych spinek.

Przyrządy, zaliczone do pierwszej grupy, zasługują na uwagę, ze względów praktycznych; przyrządy należące do drugiej grupy, nie obiecują wiele, albowiem usunięcie dotychczasowych spinek, natrafiałoby na trudności prawie nie do zwalczenia.

Przyrządy należące do pierwszej grupy, podzielić można na dwie kategorye, a mianowicie na konstrukcye:

1) które, hamulczy chcąc wozy spinać, przy sobie nosić winien.

2) które, umieszczone są na wozie,

a z tych znów, kategorya druga, najwięcej odpowiednią być się zdaje.

Przypuszczając, że adaptacya przyrządu hamującego z boku, kosztować będzie 30 guldenów na każdy wóz, wydać trzeba, chcąc zaopatrzyć wszystkie na austryackich kolejach kursujące wozy, przeszło 2,000.000 guldenów, wydawać zaś takie sumy na przyrządy, które przeżyć się muszą, skoro zaprowadzonym zostanie system jednozderzakowy, nie zdaje się być sprawą właściwą.

11.

Łańcuchy pomocnicze.

Oprócz opisanej już uprzęży, używa się jeszcze do spinania wozów, łańcuchów, zawieszonych na czole wozu po obu stronach haka tak, że na czole każdego wozu znachodzimy spinkę śrubową i dwa łańcuchy boczne.

Obok siebie stojące wozy, łączy się zaś w ten sposób, że się ściąga najpierw spinkę, a potem zawiesza się jeden łańcuch w łańcuch wozu drugiego, tak więc, że wóz spiętym jest ze swym sąsiadem trojako, dwoma łańcuchami i jedną spinką.

Ażeby umożliwić przejazd przez łuki, robi się łańcuchy pomocnicze, nieco dłuższe od uprzęży (różnica w dłu-

gości wynosi 56cm) tak, że podczas, gdy uprząż jest wyprężoną, łańcuchy pomocnicze, łukiem w dół się zwieszają.

Jak długo sprzęgło jest całe, nie ciągną łańcuchy pomocnicze wcale nic, albowiem wchodzą dopiero w akcye, gdy uprząż tryśnie.

Chcąc się przekonać, czy i o ile, łańcuchy pomocnicze, takiemu zadaniu odpowiadają, rozważyć trzeba, jakie siły na nie działają, w chwili pęknięcia uprzęży.

W chwili takiej skupia się siła przewozowa, która pierwej służyła do prowadzenia całego pociągu, już tylko do poruszania przodowej jego części, a to tak długo, jak długo łańcuchy pomocnicze, posuwać jej się dają, nie ciągnąc za sobą części tylnej.

Skutkiem tego, część pociągu, pozostająca przy maszynie, po zerwaniu się uprzęży, (część przodowa) bieg swój przyspieszy, podczas gdy część tylna, będąc teraz pozbawioną siły ciągnącej ją wprzód, postępować będzie w kierunku jazdy, już tylko prawem bezwładności, pozostając przez ten czas pod wpływem, ruch jej trawiącego oporu.

Ponieważ część przodowa, biegnie spieszniej, aniżeli tylna, więc łańcuchy pomocnicze, łącząc ze sobą obydwie części pociągu, wyprężyć się muszą.

Czy one zaś prężeniu takiemu odpowiedzą, okaże paragraf następujący.

12.

Wytrzymałość spinek pociągowych i łańcuchów pomocniczych.

Spinka, łącząca lokomotywę z pociągiem lub też dwa sąsiednie wozy, wchodzące w skład pociągu, winna być o tyle tylko wytrzymałą, aby się nie zrywała podczas ruchu pociągu, nigdy zaś nie trzeba wytrzymałość jej, posuwać do tego stopnia, aby w razach nadzwyczajnych, jak np. w chwilach wykolejenia się, nie pękała.

Są bowiem wypadki, w których, za nadto wielka wytrzymałość spinki, staje się powodem nieszczęścia, a wypadki takie, wydarzają się tak często, jak te, w których wytrzymałość spinki nieszczęściom zapobiega.

Na austryackiej kolei państwowej, wydarzył się n. p. przypadek, że podczas spiesznej jazdy, pękła przy lokomo-

tywie prowadzącej pociąg, owa sztaba, która przenosiła ruch tłoka, na obrót koła.

Urwana sztaba, wbijając się w próg, na którym szyna spoczywa, podniosła lokomotywę tak dalece, że maszyna z wysokiego nasypu na dół spadła.

Wozy pozostały jednak na torze, bo się urwała spinka, która łączyła maszynę z pociągiem.

Pod Czerniowcami załamał się most, w chwili gdy pociąg przez niego przejeżdżał, maszyna, prowadząca pociąg, spadła do wody (rzeka Prut), pociąg zaś, pozostał na lądzie, bo spinka, łącząca wozy z maszyną, na czas się zerwała.

Ażeby utrzymać pociąg w ruchu, potrzeba na to pewnej siły, którą to siłę zowiemy *siłą przewozową*.

Spinka, łącząca ze sobą dwa sąsiednie wozy, stoi więc pod prężeniem, równającem się sile przewozowej. Ponieważ siła przewozowa, co najwięcej dosięgać może wielkości adhezyi, więc stać będzie każde sprzęgło znajdujące się przy pociągu, pod prężeniem, równającem się adhezyi.

Uprząż wytrzymać więc musi ciągnienie wynoszące *A* kilogramów, skoro adhezya tyle wynosi.

Doświadczenie uczy, że każdy centimetr kwadratowy żelaznej sztaby, wytrzymuje bezpiecznie, ciągnienie 500 kilogramów.

Śruba mająca x centimetrów kwadratowych przekroju, wytrzyma przeto prężenie, wynoszące x kilogramów.

Mamy więc równanie

$$500\ x = A$$

z którego wypada:

$$X = \frac{A}{500} \qquad (4$$

jako przekrój spinki śrubowej, wyrażony w centimetrach kwadratowych.

Ustawa obowiązująca koleje, należące do związku, przepisuje, że spinka wytrzymać winna siłę ciągnącą, która wynosi 6500 kilogramów.

Granica, po za którą adhezya lokomotywy, przechodzić nie potrzebuje, wynosi przeto A = 6500 kilogramów, mamy więc:

$$x = \frac{6500}{500} = 13$$

co znaczy: że spince śrubowej nadać wypada przekrój wynoszący 13□^{cm}. Wyrabiając ją z walca, wyniesie przeto promień koła przekrojowego r = 33$^{m}/_{m}$.

Spinka śrubowa, mająca taką grubość, pod zwykłemi warunkami pękać nie powinna, stać to jednak się może, skoro żelazo, z którego spinkę wyrobiono, nie jest nieskazitelnej dobroci, lub skoro chwilowy opór adhezyę znacznie przewyższa.

W takich to razach, zrywa się spinka, a łańcuchy pomocnicze, rozdwojeniu się pociągu zapobiedz mają. Po rozerwaniu się spinki sprzęgowej, pozostaje część pociągu złączona z maszyną, część *przodowa*, wprawdzie pod wpływem tej samej siły przewozowej, co i pierwej, siła przewozowa nie rozdziela się jednak już na wszystkie wozy całego pociągu, lecz skupia się na część pozostającą przy maszynie, a więc na część przodową.

Część *tylna* zaś, pozostając przed rozerwaniem się uprzęży, pod wpływem działania całkowitej siły przewozowej, zatrzymuje chyżość swą i po rozerwaniu się uprzęży, biegnie więc chyżością pociągu, ponieważ jednak ruch jej natrafia na opór, a do zwalczenia jego nie ma już odpowiedniej siły, gdyż siła przewozowa działać przestała, więc część ta, chyżość swą w miarę biegu zwalniać będzie.

Zwiększanie się chyżości, części przodowej, a *zwalnianie* biegu części tylnej, rozszerza zaś przestrzeń, między rozdzielonemi wozami tak długo, dopóki wozy nie rozsuną się o długość łańcuchów pomocniczych.

W chwili, w której wozy rozsunęły się o długość ze sobą spiętych łańcuchów, nie przestały nań działać siły, które zwiększały odległość rozerwanych części, a ponieważ siły te, wozów dalej rozsuwać nie mogą, więc łańcuchy wyprężać się muszą.

Na wyprężenie łańcucha, pracują więc dwie siły, jedna, ciągnąca go w przód, druga, opierająca się takiemu ciągnieniu, suma pracy obydwóch sił, wyrazi przeto całkowitą pracę, której wyprężony łańcuch oprzeć się winien, skoro pociąg nie ma się rozdzielić.

Biegnie pociąg chyżością *v* metrów na sekundę, to w chwili pryśnięcia sprzęgła, posiadają rozłączone części pociągu, jednakową chyżość, tj. chyżość *v* metrów.

W następnej chwili, zaś rzecz się zmienia, część przodowa, biegnie bowiem spieszniej, część tylna, wolniej.

Rozerwane części pociągu, oddalają się więc od siebie co raz więcej, a w chwili, w której łańcuch pomocniczy,

dalszemu rozsuwaniu się położy tamę, posiada każda z nich, inną chyżość.

Wyraża v_1 chyżość końcową części przodowej, w chwili gdy łańcuch się wypręży, v_2 zaś, końcową chyżość, części tylnej w tejże samej chwili, to będzie:

$$v_1 > v > v_2$$

Wyraża M_1 masę części przodowej, M_2 zaś, masę części tylnej, a masy mierzono w kilogramach, to wynosi owa suma prac mechanicznych:

$$\frac{M_1}{2}(v_1{}^2 - v^2) + \frac{M_2}{2}(v^2 - v_2{}^2) = B$$

meterkilogramów.

Wynosi różnica między długością łańcuchów pomocniczych, a długością rozpiętej uprzęży, z metrów, to przedstawia z drogę, którą rozerwane części pociągu, w chwili pęknięcia spinki robią. Wyraża P ciężar w kilogramach, jaki zawiesić można na łańcuchu pomocniczym, zanim on się urwie, to wyniesie mechaniczna praca siły, pod wpływem której, rozerwane części pociągu się poruszają:

$$P.z$$

meterkilogramów.

Mamy przeto równanie:

$$P.z = B$$

z którego wypada:

$$P = \frac{B}{z} \qquad (5$$

kilogramów.

Jeżeli więc, łańcuch pomocniczy, zapobiedz ma rozdzieleniu się pociągu, to nadać trzeba ogniwom jego, taki przekrój, jaki odpowiada sile P kilogramów.

Ponieważ każdy kwadratowy centimetr przekroju, wytrzymuje ciągnienie siły 500 kilogramów, przekrój ogniwa zaś, wynosi x kwadratowych centimetrów, to ogniwo, wytrzymać ma siłę 500 x kilogramów.

Mamy przeto równanie:

$$500\ x = \frac{B}{z}$$

z którego otrzymujemy

$$x = \frac{B}{500.z}$$

centimetrów kwadratowych.

Zważywszy, że łańcuchy pomocnicze, używane przy wozach kolejowych, dłuższe są od spinki o 560 milimetrów $= 0{\cdot}56^m$, mamy: $z = 0{\cdot}56$, a przeto przekrój ogniwa:

$$x = \frac{B}{280} \qquad (6$$

centimetrów kwadratowych.

Chcąc przekrój ten liczebnie oznaczyć, trzeba znać wartość B. Chcąc ją poznać, obliczyć trzeba przed wszystkiem, chyżości v_1 i v_2, jakie rozerwane części pociągu otrzymują w chwili, w której łańcuch pomocniczy, wyprężać się poczyna.

Chcąc obliczyć owe chyżości, trzeba znać nie tylko siły, które je spowodowały, ale nadto także i czas, przez który owe siły działały.

Na część *przodową*, działa w jednym kierunku całkowita siła przewozowa, w drugim zaś, opór ruchu.

Wynosi siła przewozowa S kilogramów, część przodowa, waży zaś W_1 tonn, to pozostaje tonna ciężaru pod wpływem siły:

$$\frac{S}{W_1} = a$$

kilogramów.

Wynosi opór jednostkowy, t. j. opór na jaki natrafia każda tonna ciężaru tej części, o kilogramów, to pozostaje część przodowa pod wpływem działania siły:

$$(a - o)$$

kilogramów.

Siła ta, działając podczas całego trwania biegu, sprawi, że bieg przodowej części, będzie ruchem przyspieszonym. Wynosi przyspieszenie p metrów na sekundę, to mamy: (§. 28. lokomotywa).

$$p = \frac{a-o}{102}$$

metrów.

Część *tylnia*, pozostaje zaś, jak już wspomniano li tylko pod wpływem oporu wynoszącego na każdą tonnę jej ciężaru, również *o* kilogramów.

Opór ten, sprawi opóźnienie w biegu tylnej części wynoszące na sekundę p_1 metrów.

Mamy przeto:

$$p_1 = \frac{o}{102}$$

Suma obydwóch sił, wyprężających łańcuch, będzie przeto:

$$p + p_1 = \frac{a}{102}$$

kilogramów.

Znając przyspieszenia p i p_1, oblicza się chyżość v i v_2, jak następuje:

Wynosi czas przez który rozerwane wozy się rozsuwają, t sekund, to część przodowa, uzyskuje po upływie tegoż czasu, chyżość:

$$v_1 = v + pt$$

metrów, podczas gdy pierwotna chyżość części tylnej, po upływie tegoż czasu spadnie do wartości:

$$v_2 = v - p_1 t$$

metrów.

Wartości te, wstawić by można we wyraz określający wielkość B pracy mechanicznej, gdyby znanym był czas t, przez który rozerwane części od siebie się oddalały.

Czas ten, obliczyć się daje w sposób następujący:

W ciągu czasu t, przebiegła część przodowa drogę:

$$s_1 = vt + {}^1/_2 . pt^2$$

część tylna zaś, drogę:

$$s_2 = vt - {}^1/_2 . p_1 t^2$$

metrów.

Różnica obydwóch dróg, czyli droga $(s_1 - s_2)$, jest zaś właśnie długością z, mamy przeto:

$$z = \frac{p + p_1}{2} . t^2$$

czyli:

$$z = \frac{a}{204} t^2$$

zkąd:

$$t = 14{\cdot}3 \sqrt{\frac{z}{a}}$$

sekund. Zważywszy, że z = 0·56 mamy:

$$t = \frac{10{\cdot}6}{\sqrt{a}} \ldots \qquad (7$$

sekund.

Znając czas, znamy i chyżość, a przeto i wartość wyrazu *B*.

Przykład.

Do prowadzenia pociągu mamy maszynę ważącą wraz z tenderem 58 tonn, maszyna tak jest zbudowaną, że na osiach kół popędowych spoczywa ciężar 36 tonn.

Pracując możebnie największem natężeniem, prowadzi maszyna, po wzniesieniu $^1/_{100}$ pociąg chyżością 8^m na sekundę. Podczas jazdy w górę, pęka sprzęgło, skutkiem tego pozostaje przy maszynie ciężar 50 tonn, podczas gdy reszta pociągu, wisi na łańcuchach pomocniczych.

Zachodzi pytanie, jak silne muszą być łańcuchy pomocnicze, aby zapobiedz mogły rozerwaniu się pociągu, możebnie najcięższego, który maszyna prowadzić może.

Rozwiązanie.

Przypuszczając, że uprząż rozerwała się podczas pogody, adhezya którą lokomotywa wydaje, wynosi w takim razie: 130 × 36 = 4680 kilogramów, siła jej przewozowa będzie przeto:

$$S = \frac{10}{11} 4680 = 4255$$

kilogramów.

Ponieważ opór pociągu, wynosi:

$$o = 4 + 10 + \frac{8^2}{50} = 15{\cdot}3$$

kilogramów na każdą tonnę ciężaru pociągu, więc pociąg ważyć musi:

$$\frac{4255}{15{\cdot}3} = 278$$

tonn.

Odtrącając od tego ciężaru, 58 tonn, jako ciężar lokomotywy wraz z ciężarem jej tendera, pozostaje na wozy, ciężar (278—58) = 220 tonn.

Ciężar ten, rozdziela się w ten sposób, że przy maszynie zostaje 50 tonn, podczas gdy na obydwóch łańcuchach wisi 170 tonn.

Masa odpowiadająca ciężarowi jednej tonny, wynosi 102 kilogramów, mamy przeto:

$$M_1 = 50 \times 102 = 5100$$
$$M_2 = 170 \times 102 = 17340$$

kilogramów.

Ponieważ:

$$a = \frac{4255}{50} = 85{\cdot}1$$

więc, wozy rozsuwają się przez:

$$t = \frac{10{\cdot}6}{\sqrt{a}} = 1{\cdot}157$$

sekund.

Ze względu na:

$$p = \frac{85{\cdot}1 - 15{\cdot}3}{102} = 0{\cdot}68$$

$$p_1 = \frac{15{\cdot}3}{102} = 0{\cdot}15$$

metrów, będzie:

$$v_1 = 8 + 0{\cdot}68.1{\cdot}157 = 8{\cdot}78$$
$$v_2 = 8 - 0{\cdot}15.1{\cdot}157 = 7{\cdot}83$$

metrów na sekundę.

Wstawiając we wyraz za B, wartości:

$$M_1 = 5100,\ M_2 = 17340,\ v = 8,\ v_1 = 0{\cdot}78,\ v_2 = 7{\cdot}83$$

otrzymujemy:

$$B = 56676$$

przekrój obydwóch łańcuchów będzie przeto:

$$x = \frac{56676}{280} = 202$$

przekrój zaś jednego, 101 □ centimetrów.

Wyraża r, promień śruby sprzęgłowej w centimetrach, ρ promień łańcucha, również w centimetrach, to będzie:

$$\frac{\rho^2 \pi}{r^2 \pi} = \frac{101}{13}$$

a przeto:

$$\rho = 2{\cdot}7 . r$$

co znaczy, że łańcuch musiałby 2·7 razy być grubszym od śruby sprzęgłowej.

13.

Spinki podwójne.

W poprzedzającym paragrafie wykazano, że ogniwa łańcuchów pomocniczych, znacznie muszą być grubsze od śruby sprzęgłowej, skoro wytrzymać mają szarpnięcie, powstające z powodu zerwania się śruby sprzęgłowej, spinającej ze sobą wozy, które wchodzą w skład pociągu.

Zważywszy, że ciężar grubych łańcuchów, przy spinaniu wozów tworzących pociąg, koniecznie trudności sprawiać musi, jakoteż że zwiększa ciężar wozu, na niekorzyść ciężaru użytecznego, nasuwa się myśl, czy też łańcuchy pomocnicze, w ogóle są potrzebne, czy może bez nich obejść się można.

Chcąc w tej mierze wyrobić sobie zdanie, zważyć przedewszystkiem trzeba, że łańcuchy pomocnicze nie otrzymują w rzeczywistości nigdy tych rozmiarów, których teorya wymaga, koleje posuwają dowolność tak daleko, że używają łańcuchów znacznie słabszych od śrób sprzęgowych, więc postępują odwrotnie, jak teorya uczy.

Przy pociągach znachodzimy bowiem łańcuchy pomocnicze, które mają zwykle $^1/_2$, w najlepszym razie zaś $^3/_4$ grubości śruby sprzęgłowej, a fakt ten sam przez się już przemawia, że łańcuchy takie, żadną miarą odpowiadać nie mogą.

Lecz, gdyby się nawet i zdecydowano, nadać łańcuchom pomocniczym odpowiednią grubość, to łańcuchy takie, pomimo to, przeciężby warunkom ruchu w zupełności nie odpowiadały.

Nie wystarcza bowiem, nadać łańcuchom odpowiednią *grubość*, chcąc aby one odpowiadały wymogom ruchu, mu-

szą nadto jeszcze posiadać jednakową *długość*. Obydwa łańcuchy zawieszone na czole wozu, muszą bowiem być matematycznie jednako długie, bo inaczej, w razie zerwania się śruby sprzęgłowej, łańcuch krótszy wytrzymać by musiał szarpnięcie, przypadać mające na obydwa łańcuchy.

Wstąpi pociąg w łuk, to sprawia znów jednaka długość łańcuchów, trudności, łańcuch będący po stronie łuku zewnętrznego, winien być bowiem dłuższym od łańcucha drugiego, jeżeli tak nie jest, to łańcuch zewnętrzny, wypręża się mocniej od swego sąsiada, w którym to razie, on sam dźwiga to, co dzwigać mają obydwa.

Zmieni się kierunek skrętu, to znów łańcuch, który pierwej miał być krótszym, teraz dłuższym być musi.

Zeby napełnić miarkę niedogodności sprawionych używaniem łańcuchów pomocniczych, wspomnieć trzeba, że łańcuchy, zawieszone na czole jednego i tego samego wozu, zajmują tam miejsce, potrzebne dla hamulczego spinającego wozy.

Między buforami znajduje się bowiem jeszcze i śruba sprzęgłowa, tak więc, że skoro się zawiesi łańcuchy pomocnicze, miejsce to, mające $1{\cdot}7^{m}$ długości, zaprzątnione zostanie trzema przyrządami, przez co znów, spinanie wozów znacznie się utrudnia.

Zastanawiając się nad tem co powiedziano, przychodzimy do przekonania; że łańcuchy pomocnicze są więcej zawadą, aniżeli przyrządem pożytecznym.

Zgromadzenie techników z roku 1876, które się zebrało w Konstancyi, wypowiedziało też zdanie, że łańcuchy pomocnicze, uważać można, jako przyrządy zbędne.

Ponieważ jednak ustawa związkowa przepisuje, aby przy każdym wozie znajdował się przyrząd, któryby zapobiegał rozdzieleniu się pociągu, w razie pęknięcia śruby sprzęgłowej, a do niedawna jeszcze innych przyrządów, jak łańcuchów pomocniczych nie znano, więc łańcuchy te zatrzymano, pomimo, że źle odpowiadają warunkom ruchu.

Poznawszy raz niewielką wartość łańcuchów pomocniczych, skierowały się dążenia inżynierów do zbudowania przyrządów, któreby lepiej warunkom ruchu odpowiadały jak łańcuchy.

Zdania jednak, dzisiaj jeszcze są podzielone, jedna część techników przemawia bowiem za wzmocnieniem i ukróceniem dzisiaj używanych łańcuchów, podczas gdy druga, zarzucając je zupełnie, usiłuje wprowadzić na ich miejsce, tak zwane *spinki podwójne*.

Do tej ostatniej myśli przychylił się Rząd niemiecki. Wyszła bowiem w roku 1878 ustawa, obowiązująca koleje państwowe, mocą której, wozy kolejowe winny być zaopatrzone dwoma spinkami, zawieszonemi na jednym i tym samym haku; znajdującym się w środku szerokości czoła wozu, we wysokości $1{\cdot}2^{m}$ po nad szyną.

Spinek zaś, które umożliwiać mają podwójne złączenie wozów, wchodzących w skład pociągu, zjawiło się w nowszym czasie, bardzo wiele, na uwagę zasługują spinki inżynierów: *Agthe*, *Brand*, *Dietz*, *Steinhaus*, *Suirth*, *Turner* i *Uhlenhut*.

Thurner, osadza n. p. w miejsce haku, na którym zwykle wisi śruba sprzęgłowa, hak mający podwójną głowę, wykuty w ten sposób, że zawiesić można na każdą z jego głów, zwykłą śrubę sprzęgłową; ponieważ przekrój haka, w najsłabszym jego miejscu jest taki sam jak przekrój haka zwykłego, wynosi bowiem 39 □$^{m}/_{m}$, więc hak podwójny, warunkom wytrzymałości odpowiadać musi.

Chcąc dwa wozy, zaopatrzone obopólnie w haki podwójne, ze sobą spinać, zarzuca się śrubę sprzęgłową jednego wozu na *górną* część haka osadzonego na drugim wozie. Zarzuciwszy spinkę, skręca się hak w ten sposób, aby śruba sprzęgłowa, wisząca na nim, zawieszoną być mogła na *dolną* część haka, znajdującego się na pierwszym wozie.

Wozy w ten sposób spięte, połączone są ze sobą dwoma śrubami sprzęgłowemi, spięcie ich, odpowiada przeto brzmieniu ustawy, skutkiem czego odpaść mogą łańcuchy pomocnicze.

Spinka pana *Dietz*, starszego inżyniera kolei Otomańskich, pracującego w centralnym zarządzie tychże kolei w Paryżu, zbudowana w roku 1879, polega zaś, w następującej myśli.

Sztaba pociągowa, nie jest zakończoną, jak to zwykle bywa, hakiem, lecz rozdwaja się w kształcie widełek na dwa ramiona, pomiędzy które wsuwa się hak, szczególnej konstrukcyi, w ten sposób, że obracać się daje w płaszczyźnie poziomej w około pionowo we widełkach ustawionej osi.

Sam hak zaś, jest to trójkąt leżący poziomo. Przez jeden kąt, przechodzi owa oś pionowa, w około której trójkąt się obraca; w drugim kącie, znajduje się zwykły hak, w trzecim zaś ogniwo, w którym to ogniwie, wisi zwykła spinka śrubowa.

Zejdą się dwa wozy ze sobą, to się zawiesza spinkę, wiszącą na ogniwie jednego wozu, w ogniwo haka, osadzonego na drugim wozie, spinkę zaś, wiszącą na tymże haku, zarzuca się na hak, który siedzi na wozie pierwszym.

Tym sposobem sprawić można, że na jednej sztabie pociągowej, osadzone są dwie, w czynnej służbie pozostające śruby sprzęgłowe, zwykłej konstrukcyi.

Spinki podwójne, mają niezaprzeczenie swe zalety, posiadają jednak także i przywary.

Pęknie bowiem hak, do którego spinkę przytwierdzono, lub uszkodzi się sworzeń, na którym czoło jego wisi, to spinka podwójna, tak samo się zerwie, jak zwykła śruba sprzęgowa. Dalej zauważać należy, że spinki podwójne, tak samo są niewygodne, skoro chodzi o spinanie wozów, jak zwykłe śruby sprzęgowe, albowiem, tak tu, jak tam, pomiędzy wozy wchodzić trzeba, chcąc je ze sobą spinać.

Że spinki podwójne bezpieczeństwa ruchu nie zwiększają, wynika ztąd, że istnieją przypadki, w których zbyt wielka wytrzymałość sprzęgła wiążącego ze sobą wozy, wcale nie jest pożądaną (§. 12).

Zważywszy to co powiedziano, przychodzimy do przekonania, że aczkolwiek spinki podwójne, do regularności ruchu pociągów się przyczyniają, kwestye spinania wozów, żadną miarą jednak nie załatwiają.

ROZDZIAŁ II.

Hamowanie.

14.

O hamowaniu w ogólności.

Pierwszym warunkiem ruchu kolejowego, jest bezpieczeństwo, drugim zaś, swoboba i lekkość ruchów. Nie wszędzie i zawsze jednak, warunkom tym zadosyć uczynić można.

Amerykanie prowadzą ruch swój bezpiecznie i ze swobodą, która porównać się daje ze swobodą jazdy na zwykłej szosie.

Na kolejach amerykańskich, biegną często pociągi naprzeciw siebie, cofają się wstecz, to znów postępują wprzód, a wykonują ruchy swe tak pewnie i lekko, że sposób prowadzenia ich, nas europejczyków, w zadziwienie wprowadza.

Widząc, jak maszynista, lekkiem odwiedzeniem kurka, niesprawiającem mu najmniejszej trudności, szybko biegnący pociąg zatrzymuje, jakby na skinienie, to znów nagle w szybki pęd puszcza, czujemy, że jest *panem pociągu*, że go ma *zupełnie* w swojej mocy. Jakże inaczej u nas! — Maszynista, chcąc pociąg zatrzymać, przykręca korbę osadzoną na tenderze, poruszając świstawę parową, wzywa do pomocy służbę pociągową, po upływie kilku długich minut udaje się wspólnej pracy, pociąg zatrzymać, który, gdy pędzi spiesznie, przepędzi często 500 metrów, zanim stanie.

Przyglądając się rzeczy bliżej, przychodzimy do przekonania, że możność władania pociągiem, polega wyłącznie tylko w przyrządach do hamowania.

Tam, gdzie ruch balastem mnóstwa przepisów *nie jest obarczonym*, wyrodziła praktyka przekonanie, że bezpieczniej jest, prowadzić linię kolejową w jednem nieveau ze szosą, zamiast urządzać kunsztowne przejazdy, lub też podjazdy, jakoteż, że lepiej jest, linię mniej dozorować, a mieć możność natychmiastowego zatrzymania pociągu.

Ztąd też pochodzi, że hamulce nigdzie tak nie wydoskonalono, jak w Ameryce północnej, jakoteż, że nigdzie, doniosłość hamowania pociągów, tak nie uznano, jak tam.

Że przykład Amerykanów, oddziaływać już poczyna na Anglików, świadczy ta okoliczność, że w ostatnich 20, latach, patentowano w Anglii przeszło 800 rozmaitych przyrządów do hamowania.

Anglicy, poczynają uważać kwestyę hamulców za rzecz wielkiej wagi, tak dalece, że koleje dwa razy do roku, rządowi raportować muszą, jakich używają hamulców.

Kwestya hamulców, u nas nie zupełnie jeszcze poznana, — zasługuje na uwagę, zgubna energia pociągów zderzających się ze sobą, piętrząc zdruzgotane wozy w zwaliska trzasek, stać nam ciągle winna przed oczyma.

Dopóki pociąg biegnie w równi, lub toczy się w górę, szybkość jazdy, regulować się daje, stosownem wpuszczaniem pary do wnętrza cylindrów maszyny, która pociąg prowadzi.

W spadkach zaś, gdzie pociąg bez działania pary, a więc skutkiem własnego ciężaru, w dół się sunie, trzeba do regulowania jazdy, mieć odpowiednie przyrządy, które to przyrządy *hamulcami* zwiemy.

Używając hamulców, sprawiamy sztucznie opór, który, ponieważ objawia się w odwrotnym kierunku jazdy, siłę przewozową trawi. Ponieważ siła przewozowa, zależną jest od rozwoju pary i chyżości jazdy, rozwój pary podczas jazdy niezmiennym pozostaje, więc hamując pociąg, chyżość jego biegu, zwalniać się musi.

Wzrasta chyżość po za dozwoloną granicę, trzeba mieć możność, założenia cugli demomicznej sile pędu, a możność tę, zyskujemy, używając dobrze zbudowanych hamulców.

Ponieważ siły *zniweczyć* nie można, więc hamulce nie mogą mieć na celu zniweczanie siły rozpędu. Zadaniem ich, być musi *odprowadzanie* mechanicznej energii, nagromadzo-

nej w pociągu, w taki sposób; aby energia ta, szkodliwie na pociąg oddziaływać nie mogła.

Zadaniu temu odpowiadać można w dwojaki sposób, a mianowicie, przeobrażać pracę mechaniczną biegnącego pociągu w ciepło, lub też użyć ją do uruchomienia maszyny, która z pociągiem wcale żadnego nie ma związku.

Obydwa sposoby odprowadzania mechanicznej pracy biegnącego pociągu, znalazły zastosowanie na kolejach żelaznych.

Ciepło uzyskane przeobrażeniem impetu biegnącego pociągu, użyć można do rozgrzewania gazów, znajdujących się w cylindrze przed tłokiem, lub też wydalać go na zewnątrz po za obręb maszyny.

Zamiast, mechaniczną pracą biegnącego pociągu, uruchomiać maszynę, której ruch, pociągowi żadnej korzyści nie przynosi, użyć można tę pracę, do przyciskania tłoczków, przylegających do obwodu hamować się mających kół, w którym to razie energia ruchu pociągu nie ujdzie marnie, lecz wyzyskaną zostanie do hamowania.

Hamulce zbudowane na podstawie myśli wypowiedzianej na pierwszym miejscu, osadzamy zwykle na lokomotywie i zowiemy je hamulcami parowemi, i o takich, więcej mówić nie będziemy.

Chcąc się zapoznać ze sposobem działania hamulców obserwować trzeba zjawiska, które hamowaniu zawsze towarzyszą.

Na spadzistym torze, stoi wóz, fakt że się tam utrzymuje, że pomimo spadku, w dół się nie stacza, świadczy, że składowa siły ciążenia spychająca go w dół, mniejszą jest, od tarcia objawiającego się między kołem a szyną; ma się wóz w dół posunąć, trzeba zmniejszyć tarcie, lub zwiększyć siłę spychającą go w dół.

Ustawiając wóz na stromym spadku, zwiększamy siłę w dół spychającą, podczas gdy tarcie, wartości swej, nie zmienia.

Zwiększając stopniowo stromość spadku, przyjdziemy na spadek, na którym wóz, więcej utrzymać się już nie zdoła. W takim razie, wyrównywa siła spychającą wóz w dół, oporowi.

Dalsze zwiększanie stromości spadku, nowego zjawiska nie sprowadzi, ruch wozu na stromszym spadku, spieszniejszym tylko będzie.

Ruch ten, posiada tę właściwość, że droga którą wóz przebywa podczas jednego obrotu koła, równa się obwodowi tegoż koła, a ruch taki, zowiemy ruchem potoczystem.

Droga mierzona na szynie, równa się więc drodze mierzonej na obwodzie koła, chyżość jazdy, równa się chyżości kątowej; równość obydwóch chyżości, jest więc znamieniem ruchu potoczystego.

Chyżość ruchu postępowego, a więc chyżość obrotu kół, zależeć zaś będzie li tylko od przewagi siły ciągnącej wóz w dół, po nad tarciem. Chcąc zmniejszyć szybkość jazdy, starać się przeto trzeba, aby różnica pomiędzy siłą wóz w dół ciągnącą, a tarciem koła na szynie, ile możności była jak najmniejszą.

Ponieważ na danym spadku, siły ciągnącej wóz w dół, umniejszyć nie można, więc zwiększać trzeba, tarcie koła na szynie.

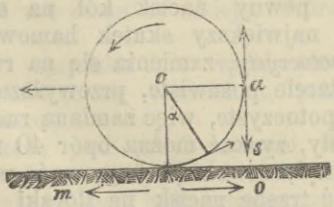
Siła ciążenia, spychająca wóz w dół wynosi, jak wiadomo na każdą tonnę ciężaru biegnącego wozu, tyle kilogramów, ile milimetrów tor spada na metr poziomej długości. Wynosi stromość spadku *m* milimetrów, czyli *m* $^0/_{00}$, to każda tonna w dół toczącego się wozu, stać będzie pod wpływem siły, wynoszącej *m* kilogramów.

Wynosi opór ruchu, *o* kilogramów na tonnę ciężaru wozu, to ruch wozu w kierunku spadku, odbywa się pod wpływem siły, wynoszącej na tonnę jego ciężaru (m—o) kilogramów; a wóz toczyć się będzie tak długo, jak długo siła ta istnieje.

Figura 36 wykazuje, że podczas toczenia się koła, podnosi się poziomy jego promień o kąt α stopni, wielkość siły podnoszącej ten promień, zależeć będzie od chyżości obrotu i masy koła.

Gdyby promień *oa*, obciążono w punkcie *a* w taki sposób, że siła obciążająca działałaby w odwrotnym kierunku od siły, którą sprycha *oa*, w górę się podnosi, to w takim razie zwalczać by musiała siła poruszająca koło, tj. siła (m—o), tę nową siłę *a s*.

Fig. 36.



Skutkiem tego, koło nie może już tak spiesznie się obracać, jak się obracało, przeto ruch jego postępowy zwalniać się będzie.

Od stósunku sił *m*, *o* i *s* zależeć będzie, czy i w jaki sposób koło się posunie.

Widzimy bowiem, że siła *m* musi koniecznie przeważać tak nad oporem *o*, jakoteż nad siłą *s*, sprawioną przyleganiem tłoczka do obwodu koła, jeżeli koło nie ma postradać swego ruchu postępowego.

Gatunek zaś tego ruchu, tj. czy koło *toczyć*; czyli też *ślizgać* się będzie, zależy znów od stosunku w jakim do siebie pozostają siły *s* i *o*.

Dopóki siłą *s* mniejszą jest od oporu *o*, koło pozostające pod wpływem siły *m*, *toczyć* się będzie, w miarę zwiększania się siły *s*, utrudnia się ruch wirowy, a przeto i postępowy, gdyż siła *m* zwalczać ma opór co raz większy; zawsze jednak taki opór, który zezwala na obrót koła.

W chwili zaś, w której siła *s* wzrosła do wartości *o*, zwalczać musi siła *m* opór możebnie największy, dozwalający jeszcze na obrót koła.

Każda nadwyżka siły *s* po nad oporem *o*, pozbawia już koło ruchu obrotowego, tj. zamienia ruch *potoczysty* na ruch *posuwisty*.

Dopóki więc nacisk tłoczków na obwód kół, nie sprawia większego tarcia, jak jest tarcie potoczyste, zwiększanie jego, utrudnia ruch postępowy, w chwili zaś, w której nacisk wzrósł do takiej wartości, że tarcie powstałe między kołem, a tłoczkiem, pozbawia koło ruchu *obrotowego*, tj. zamienia go na przyrząd *ślizgający* się, zwiększanie nacisku na obwód kół, tarcia zwiększać już nie będzie.

Dalsze zwiększanie nacisku na obwód koła, pozostaje już bez skutku, bo zwiększaniem podobnem, sprawić nie możemy, aby koło, które raz już ślizgać się poczęło, trudniej się ślizgało.

Chcąc ruch ślizgania utrudnić, trzeba przyciskać koła do szyn, nie zaś tłoczki do obwodu kół.

Suponując pewny nacisk kół na szynę, osiągamy przeto możebnie największy skutek hamowania, w chwili, w której ruch *potoczysty*, zamienia się na ruch *posuwisty*.

Ponieważ tarcie posuwiste, przewyższa, biorąc okrągło, 40 razy, tarcie potoczyste, więc zamianą ruchu potoczystego na ruch posuwisty, zyskać można opór 40 razy większy.

Wynika z tąd, że chcąc hamować możebnie najskuteczniej, posuwać trzeba nacisk na tłoczki przylegające do

obwodu kół, tak długo, dopóki koła ruchu obrotowego zupełnie nie utracą.

Biorąc jednak rzeczy ściślej, przekonujemy się, że tak nie jest, doświadczenia panów *Duglas-Galton* i *Westinghous*, nabyte w roku 1878 na kolei angielskiej *London-Brigh*, pouczają bowiem, że opór, w tej chwili jest największym, w której nacisk na tłoczki *zbliża się* do owej granicy, przy której, koła, właśnie co utracać mają ruch swój obrotowy, tak więc, że w chwili, w której nacisk *dosięga* tej granicy, tj. w chwili, gdy koło wirować przestaje, opór ruchu znów napowrót maleje.

Widzimy więc, że chcąc skutecznie hamować, przyciskać można tłoczki do obwodu kół o tyle tylko, aby koła ruchu obrotowego nie postradały, w chwili zaś, w której koło, skutkiem mocniejszego przylegania tłoczka, wirować przestaje, (ślizgać się poczyna) skutek hamowania się zmniejsza.

Jak dalece skutek hamowania się zmniejsza, skoro pozbawiamy koła ruchu wirowego, powziąść można z tej okoliczności, że pociąg poruszający się chyżością 80 kilometrów na godzinę, przy którym nacisk tłoczków (wynosząc 102 % ciężaru wozu) był tak wielkim, że koła ślizgając się tylko, ruch postępowy odbywały, zatrzymano hamowaniem w ciągu $27^1/_4$ sekund, na przestrzeni 288 metrów, gdy zaś drugą razą przy tej samej chyżości utrzymywano tłoczki sztucznie w takim położeniu, że kołą pomimo przylegania tłoczków, w około swych osi obracać się mogły, zatrzymał się pociąg już po upływie $11\,^3/_4$ sekund, przebiegając przestrzeń wynoszącą już nie 288, lecz tylko 136 metrów.

Hamując tak, że koła postradały ruch swój obrotowy potrzebowano do zatrzymania pociągu prawie dwa razy tyle czasu, ile było trzeba gdy koła pozostając pod naciskiem doń przylegających tłoczków, wolno się obracały.

Doświadczenia powyższe pouczają, że w chwili, w której nacisk tłoczków na obwód kół, dochodzi do tej granicy, przy której koła ruch obrotowy utracać poczynają, suma tarcia potoczystego i tarcia tłoczka, większą jest od tarcia posuwistego, że zaś suma ta maleje, skoro koła ślizgać się poczynają.

Opisanego zjawiska nie wytłómaczono dotąd dostatecznie. Zadowalając się obrazkiem, przedstawić go sobie można jak następuje:

Dopóki koło pod przylegającym doń tłoczkiem się *obraca*, dopóty dostają się pod tłoczek co raz inne punkta jego obwodu, a ponieważ lekko zawieszony tłoczek, wskutek

wstrząśnień, posuwać się może także i na poprzek dzwonu, więc ścierać się mogą podczas obrotu koła, co raz inne części jego obwodu, jakoteż inne części tłoczka, przez co znów, tarcie zwiększać się musi.

Obejmują zaś tłoczki obwód koła tak silnie, że pozbawiają koło ruchu obrotowego, to działają one w takim razie, jakby działał przyrząd, mający na celu udaremnienie ruchu obrotowego, tj. przyrząd zamieniający koło na sanki.

Ponieważ opór ślizgania się, mniejszym jest od sumy oporu potoczystego i tarcia na obwodzie koła, i spodniej powierzchni tłoczka; więc też skutek hamowania, w chwili utracenia ruchu wirowego, zmniejszyć się musi.

Opisane doświadczenia i dawniejsze spostrzeżenia praktyki kolejowej, stwierdzają więc zupełnie zdanie, że możebnie największy skutek hamowania osiągamy wtedy, gdy tłoczki przyciągamy do obwodu kół, o tyle tylko, aby koła ruch swój wirowy właśnie co utracać poczynały, nie zaś tak daleko, aby go zupełnie utracały.

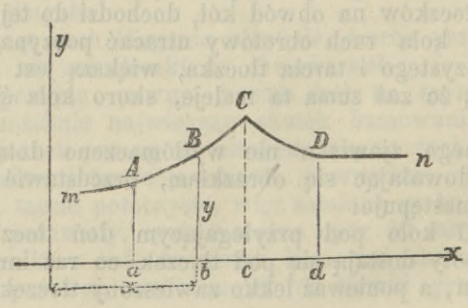
15.

Nacisk tłoczków na obwód kół mających się hamować.

Widzieliśmy, że opór, jaki uzyskać można hamowaniem, wzrasta do pewnej granicy ze zwiększaniem się nacisku wywartego na tłoczki, przylegające do obwodu koła, wszelki zaś nacisk po za tę granicę, chociażby największy, oporu zwiększyć nie zdoła.

Opór sprawić się dający hamowaniem, wyrazić przeto można krzywą, mającą kształt linii *mn*, figury 37.

Fig. 37.



Naciskowi, wywartemu na tłoczek, a wynoszącemu *o a* tonn, odpowiada skutek hamowania uzmysłowiony we figurze 37 linią *Aa*, przedstawiającą nacisk wyrażony w tonnach, naciskowi ob = x tonn, odpowiada skutek hamowania *B*b = y tonn i t. p. Krzywa spina się do najwyższego punktu *C*, z którego nagle spada i od którego dalej już równolegle do poziomu pozostaje.

Chcąc uzyskać możebnie największy efekt hamowania, sprawić trzeba na tłoczek nacisk, odpowiadający linii *oc*, a skutek hamowania, będzie Cc.

Jak wielki zaś ów nacisk być musi, liczyć można jak następuje.

W miejsce koła, którego masa jest rozdzieloną, pomyśleć sobie można masę skupioną w jednym punkcie, a oddaloną od centrum koła o jeden metr. Wielkość tej masy jest zaś tak obliczoną, że mechaniczna praca, uzyskana wirowaniem tejże masy przez czas pewny, równa się mechanicznej pracy, jaką koło uzyskuje, wirując w tym samym czasie również szybko.

Masa tak obliczona, przedstawiać będzie podczas wirowania w około centrum, zupełnie te same zjawiska, które spostrzegamy na wirującem kole. Masę zaś tak obliczoną i osadzoną, zowiemy *momentem bezwładności.*

Łatwo się przekonać, że moment bezwładności osi, na której osadzono parę kół, których promień ma $0{\cdot}5^{m}$, a ważących po 300 kilogramów, wynosi $^1/_2$ kilograma.

W jeden punkt skupiona masa, ważąca $^1/_2$ kilograma, osadzona od środka wirowania, w odległości metra, uzyska przy pewnej chyżości obrotu w około tego centrum, tę samą mechaniczną pracę, jaką oś wozowa, niosąca parę kół, w sobie nagromadzi, gdy równą chyżością, w panwiach się obraca.

W miejsce osi wozowej na której stale osadzono parę kół, przedstawić sobie można masę ważącą $^1/_2$ kilograma, a wirującą w oddaleniu metra od centrum. Ponieważ wóz, posiada 2 osie, więc wynosić będzie moment bezwładności całego wozu, jeden kilogram.

Ma się wóz ślizgać, to tarcie tłoczków musi być większe od tarcia koła na szynie. Wynosi tarcie tłoczków, *z* kilogramów, tarcie koła na szynie, *s* kilogramów, to wynosi siła, którą hamowaniem sprawić trzeba, chcąc sprowadzić, aby toczące się koło, ślizgać się poczęło:

$$(z - s)$$

kilogramów.

Mamy więc dwie siły zaczepiające koło w różnych punktach, a mianowicie siłę (z — s) działającą na poziomie szyny, a więc w odległości r metrów od centrum koła, skoro promień koła wynosi r metrów, jakoteż siłę k, którą się porusza idealna masa, skoncentrowana w jednym punkcie oddalonym od centrum koła już nie o długość r, lecz o długość metra.

Obydwie siły pozostaną w równowadze, (tj. tarcie posuwiste wyrówna tarciu potoczystemu), skoro, momenta ich odnoszące się do centrum koła, będą jednakie.

Jako warunek rozpoczęcia się, ruchu posuwistego, mamy przeto:

$$k.1 = (z-s)\ r$$

Siłę k, którą się porusza masa = 1 kilograma, wyrażamy, jak każdą inną siłę, iloczynem masy i przyspieszenia. Wynosi przyspieszenie owej masy p metrów, to będzie:

$$k = 1.p = p$$

a przeto równanie:

$$(z - s)\ r = p$$

w którem bliżej określić trzeba wartość p, tj. wielkość przyspieszenia masy, ważącej kilogram, a wirującej pewną chyżością w oddaleniu metra od centrum koła, którego promień wynosi r metrów.

Obróci się koło w czasie sekundy o łuk, który wynosi na obwodzie, zatoczonym promieniem metra, α metrów, to łuk ten przedstawia drogę, którą każdy punkt obwodu koła, zatoczonego promieniem metra, przebył w ciągu sekundy. Łuk α, przedstawia więc *chyżość* obrotu, lub ze względu na to, że chyżość odnosi się do obwodu koła zatoczonego promieniem metra, przedstawia ów łuk, *chyżość kątową*.

Przyspieszenie odpowiadające takiej chyżości, wynosi przeto:

$$p = \frac{d\alpha}{dt}$$

metrów.

Posunął się punkt, znajdujący się na obwodzie koła, mającego promień jednego metra, w czasie dt, o drogę $d\alpha$ metrów, to punkt, znajdujący się na obwodzie koła, mającego promień r metrów, posunął się drogę $rd\alpha$ metrów.

Ponieważ chyżość ta, równa się chyżości *postępowej*, więc przyspieszenie ruchu postępowego, wyniesie:

$$p^1 = \frac{r.d\alpha}{dt} = rp$$

z kąd wypada:

$$p = \frac{p^1}{r}$$

Przyspieszenie ruchu postępowego, czyli raczej opóźnienie ruchu wozu hamowanego, wyrażone przez p^1 wynosi pewną część przyspieszenia siły ciążenia wynoszącego g metrów.

Wynosi opór całkowity sprawiony hamowaniem O kilogramów, a masa tego wozu, waży M kilogramów, to będzie opóźnienie:

$$p^1 = \frac{O}{M}$$

Waży wóz W tonn, to mamy $W = M g$, a przeto $M = \frac{W}{g}$, za pomocą tych wartości, otrzymujemy:

$$p^1 = \frac{O.g}{W}$$

Wyraża f, współczynnik tarcia, to będzie:

$$O = W.f$$

a przeto:

$$p^1 = f.g$$

Uwzględniając tę wartość, otrzymujemy:

$$p = \frac{f.g}{r}$$

a przeto:

$$(z-s) = \frac{f.g}{r^2}$$

Sprawia wóz nacisk na szynę, wynoszący w kilogramów, to wynosi tarcie na szynie wf, kilogramów. Mamy więc $s = w.f$. Przyjmując, że współczynnik tarcia, między tłoczkiem, a obwodem koła, równa się współczynnikowi

tarcia powstającego między kołem a szyną, a wynosi nacisk na tłoczek *a* kilogramów, to będzie:

$$z = af$$

zkąd:

$$(a - w) = \frac{g}{r^2}$$

lub:

$$a = w + \left(\frac{g}{r^2}\right)$$

co znaczy, że nacisk sprawiony na tłoczek, musi być większym o wyraz $\left(\frac{g}{r^2}\right)$ od ciężaru wozu.

Ze względu, że średnica wozów kolejowych wynosi $r = 0{\cdot}5^m$ będzie:

$$\frac{g}{r^2} = \frac{9{\cdot}81}{0{\cdot}5^2} = 39{\cdot}24$$

kilogramów.

Zważywszy, że wóz kolejewy, stojąc na szynie poziomo ułożonej, wywiera na nią nacisk równający się jego ciężarowi, a wóz próżny, waży co najmniej 5 tonn, czyli 500 kilogramów, uważać można wartość 39·24 kilogramów, jako mało znacząca, i pisać:

$$a = w \qquad (8$$

co znaczy, że chcąc wóz należycie hamować nacisk na łoczki równać się winien naciskowi na szynę.

Ślizga się koło po linii ułożonej *poziomo*, to nacisk koła na szynę równa się *ciężarowi* wozu, ślizga się zaś wóz, z góry na dół w *kierunku spadku* α^0, to nacisk na szynę nie wynosi już W, lecz tylko $W.\cos\alpha$ tonn, skoro W wyraża ciężar wozu mierzony w tonnach.

Ze wzlędu jednak na tę okoliczność, że na kolei nawet najstromszej, kąt α nie wyniesie 4^0, pisać można, $\cos.\ \alpha = 1$, z kąd wynika, *że chcąc uzyskać możebnie największy skutek hamowania, sprawić trzeba na tłoczki przylegające do obwodów kół, nacisk, równający się ciężarowi wozu.*

16.

Siła potrzebna do hamowania.

Chcąc, aby wóz stojący na spadku, w dół się nie zesunął, sprawić trzeba hamowaniem siłę większą, od siły, która go w dół zesunąć zamierza.

Wynosi opór na linii poziomej, *o* kilogramów na tonnę ciężaru wozu, a wóz stoi na spadku mającym *m* milimetrów stromości, to wiemy, że siła, która działa na wóz w kierunku spadku, wynosi *m* kilogramów na każdą tonnę jego ciężaru.

Sile tej, przeciwdziała opór *o*, skutkiem czego, wóz toczyć się będzie w dół pod wpływem siły, wynoszącej (m—o) kilogramów, na tonnę jego ciężaru.

Sprawiamy hamowaniem *k* kilogramów oporu na tonnę ciężaru zahamowanego wozu, to być musi:

$$k > (m-o)$$

skoro wóz ma się na spadku zatrzymać. Wynosi opór jednostkowy, 5 kilogramów, a stoi wóz na spadku 15‰ to hamowaniem sprawić trzeba siłę większą niż (15—5) = 10 kilogramów na tonnę jego ciężaru, waży wóz 15 tonn, to chcąc go utrzymać na owym spadku, sprawić trzeba hamowaniem siłę większą niż $15 \times 10 = 150$ kilogramów.

Gdyby tłoczki tego wozu, przylegały tak silnie do obwodu kół, iżby te, obrót swój zupełnie straciły, to sprawionoby w takim razie hamulcami opór, równający się tarciu posuwistemu, a więc opór równający się adhezyi, czyli, innemi słowy, sprawionoby w takim razie hamulcami siłę, wynoszącą 130 kilogramów na tonnę ciężaru wozu.

Ponieważ jednak do zatrzymania wozu wystarcza w naszym przypadku siła nieco większa jak 10 kilogramów, więc wystarczy, sprawić hamowaniem opór, wynoszący nieco więcej niż 10 kilogramów na tonnę ciężaru wozu, opór sprawić się mający hamowaniem, wynosić przeto winien tylko $\frac{10}{130} = {}^1/_{13}$ adhezyi.

Uważając siłę równającą się adhezyi, jako maximum, które hamowaniem sprawić można, potrzeba w naszym przypadku sprawić hamowaniem siłę, nieco większą, aniżeli

$$\frac{10}{130} \cdot 100 = 7{\cdot}7\%$$

możebnie największej siły.

Od hamulców nie żądamy jednak aby wóz na spadku utrzymywały, lecz żądamy, aby wóz na *danej przestrzeni* w biegu zatrzymać było można; w takim razie nie wystarcza już, oznaczać siłę hamowania jaką ona *przynajmniej* być musi, lecz obliczyć trzeba dokładnie, jak wielkiej siły trzeba do zatrzymania wozu, na przestrzeni oznaczonej z góry. Biegnie wóz, w chwili, w której hamować rozpoczynamy, chyżością, *v* metrów na sekundę, a hamowaniem sprawiamy, że chyżość biegu jego, zwalnia się co sekundę o *p* metrów, to chyżość ta, spadnie po upływie czasu *t* sekund, do wartości (v—pt) metrów.

Nazwiejmy chyżość tę, którą wóz uzyskuje skutkiem hamowania po upływie *t* sekund, literą *c*, to będzie:

$$v - pt = c$$

podczas gdy początkowa chyżość, wynosiła *v* metrów.

Przeciętna chyżość biegu, będzie przeto:

$$\frac{v + c}{2}$$

droga zaś, którą wóz hamowany przebył, wyniesie w takim razie:

$$s = \left(\frac{v + c}{2}\right).t$$

metrów, zkąd wypada:

$$t = \left(\frac{2\ s}{v + c}\right)$$

sekund.

Wstawiając tę wartość za *t*, we wyraz:

$$v - pt = c$$

otrzymujemy:

$$ps = \frac{v^2 - c^2}{2} \qquad (9$$

wzór, wyrażający prawo ruchu wozu hamowanego.

Wóż, nie zwalniał biegu swego, li tylko skutkiem działania siły wywartej hamowaniem, ale także z przyczyny naturalnego oporu, na który podczas biegu swego napotykał.

Wynosi siła, sprawiona hamowaniem, na tonnę ciężaru wozu k, opór ruchu zaś *o*, kilogramów, to wynosi siła, sprawiająca opóźnienie biegu (k + o) kilogramów.

Ze względu na to, że masa odpowiadająca ciężarowi jednej tonny, czyli ciężarowi 1000 kilogramów, waży:

$$\frac{1000}{g} = \frac{1000}{9{\cdot}81} = 102$$

kilogramów, wypada, na jednostkę masy, siła:

$$\frac{k + o}{102}$$

kilogramów, a ponieważ siłę wypadającą na jednostkę masy, mierzemy jej skutkiem t. j. opóźnieniem, więc mamy:

$$p = \frac{k + o}{102}$$

metrów.

Wstawiając tę wartość za p, we wyraz wyżej podany a wykazujący prawo biegu wozu hamowanego, hamowania, otrzymujemy:

$$(k + o)\, s = 5l\, (v^2 - c^2) \qquad (10$$

równanie, wyrażające prawo ruchu, wozu hamowanego.

W tem równaniu wyraża:

k... siłę sprawić się mającą hamowaniem, wypadającą na tonnę ciężaru hamowanego wozu, wyrażoną w kilogramach;

s... przestrzeń wyrażoną w metrach, na której wóz, skutkiem hamowania się zatrzymuje;

o... opór na linii, na której wóz biegnie, wyrażony w kilogramach, a odnoszący się do ciężaru jednej tonny hamowanego wozu;

v... chyżość wozu w chwili rozpoczęcia hamowania, wyrażoną w metrach na sekundę;

c... chyżość wozu, w chwili ukończenia hamowania, wyrażoną w metrach na sekundę.

Przykład.

Jak wielką siłę sprawić trzeba hamowaniem, aby chyżość wozu ważącego 10 tonn, która podczas biegu na spadku 15‰ wynosi w chwili rozpoczęcia hamowania 8^m na sekundę, spadła po przebyciu 100^m drogi, do połowy swej wartości.

Ponieważ końcowa chyżość wynosi $\frac{8}{2} = 4^m$, początkowa zaś 8^m, to wyniesie przeciętna chyżość $\frac{8+4}{2} = 6^m$, opór ruchu wypadający na tonnę ciężaru biegnącego wozu, będzie przeto:

$$4 + \frac{6^2}{50} = 4{\cdot}72$$

kilogramów, ponieważ siła wóż ciągnąca w dół, wynosi 15 kilogramów, a siła ta działa w odwrotnym kierunku do oporu, więc wyniesie *opór*, na spadku:

$$0 = 4{\cdot}72 - 15 = -10{\cdot}28$$

kilogramów, na tonnę ciężaru wozu.

Siła zaś, którą hamowaniem sprawić trzeba, chcąc na przestrzeni 100^m, zmniejszyć chyżość jazdy o połowę, wynosi podług wzoru numer 10,

$$k = \frac{51\,(8^2 - 4^2)}{100} + 10{\cdot}28 = 34{\cdot}76$$

kilogramów, na tonnę ciężaru; ponieważ wóz waży 10 tonn, sprawić trzeba hamowaniem siłę $34{\cdot}76 \times 10 = 347{\cdot}6$ kilogramów.

Wynosi stromość spadku, po któtym wóz się toczy, $m^0/_{00}$, a opór jednostkowy na linii poziomej wynosi *o* kilogramów, to będzie *opór* na spadku:

$$(o - m) = o^1$$

kilogramów.

Wstawiając tę wartość za o^1 we wzór podany pod numerem 10, otrzymujemy:

$$(k + o) = \frac{5l\,(v^2 - c^2)}{s} + m \qquad (11$$

Opor sprawiony hamowaniem wraz z oporem na poziomej, jest to, co nazywamy *siłą wstrzymującą*, wyrazimy siłę tę literą *K*, to będzie ponieważ:

$$k + o = K$$

z powyższego wzoru:

$$K = m + \frac{5l\,(v^2 - c^2)}{s} \qquad (12$$

wzór, w którym oznacza:

K... siłę wstrzymującą, wyrażoną w kilogramach, a odnoszącą się do ciężaru jednej tonny hamowanego wozu;

m... stromość spadku w milimetrach;

v... chyżość biegu, w chwili rozpoczęcia hamowania, wyrażoną w metrach na sekundę;

c... chyżość biegu przy zakończeniu hamowania, wyrażoną w metrach na sekundę;

s... przestrzeń w metrach, na której hamowanie wozu się odbywało.

Chcemy wóz, hamowaniem *zatrzymać*, to będzie c = o, a przeto:

$$K = m + 51.\frac{v^2}{s} \qquad (13$$

wzór, służący do obliczania siły, która sprawi, że wóż biegnący chyżością *v* metrów na sekundę, zatrzyma się na spadku mającym stromość $m^0/_{00}$, na przestrzeni *s* metrów.

Chcemy wóz biegnący chyżością *v* metrów, w kierunku spadku mającego stromość *m* milimetrów, zatrzymać na przestrzeni 51 metrów to wóz ten, wstrzymać trzeba siłą wynoszącą na tonnę jego ciężaru:

$$K = (m + v^2)$$

kilogramów.

Biegł wóz w kierunku spadku $20^0/_{00}$ chyżością 10^m na sekundę, to wyniesie siła, którą wóz ten, w biegu zatrzymać będzie można:

$$20 + 10^2 = 120$$

kilogramów na tonnę jego ciężaru.

Gdyby szyny po których wóz się toczy, były tak ślizgie, że najsilniejszem przyciąganiem tłoczków do obwodu jego kół, większej adhezyi, jak 120 kilogramów, na tonnę jego ciężaru, użyskać nie było można, to wóz ten na stromszym spadku, jak $20^0/_{00}$, zatrzymaćby już nie można, gdyż na spadku $30^0/_{00}$, wynosi siła potrzebna do zatrzymania wozu, 30 + 100 = 130 kilogramów, a więc więcej, aniżeli adhezya.

Ponieważ większej siły hamowaniem sprawić nie zdoamy, jak jest siła ślizgania się, czyli *adhezya*, więc najiwiększa wartość, jaką osiągnąć może siła *K*, równać się musi *adhezyi*, mamy przeto:

$$K_{max} = h$$

Adhezya jednostkowa, wynosi pod niekorzystnem warunkami 100—105 kilogramów, na tonnę hamowanego

ciężaru, chcąc się na hamulce zawsze spuszczać, mieć trzeba na oku, warunki nie korzystne, pisać przeto trzeba: h = 100.

Siła wstrzymująca, stoi więc do adhezyi w stosunku liczb K: 100, wynosi przeto:

$$\frac{K}{h} 100 = \frac{K}{100} 100 = K$$

procent adhezyi; zkąd wniosek, że wzór podany pod numerem 13, wyraża zarazem: *ile procent możebnie największej siły, sprawić trzeba hamowaniem, chcąc zatrzymać wóz biegnący w spadku* m‰ *chyżością* v *metrów, na przestrzeni* s *metrów.*

Do zatrzymania wozu biegnącego w spadku 1:100 chyżością 36 kilometrów na godzinę, na przestrzeni 100 metrów, potrzeba hamowaniem sprawić siłę wynoszącą:

$$10 + 51 . \frac{10^2}{100} = 61\%$$

adhezyi, 1:100 równa się bowiem spadkowi 10‰, chyżość 36 kilometrów na godzinę, zaś chyżości 10^m na sekundę; mamy przeto:

$$s = 100, v = 10, m = 10. \text{ a więc } K = 61.$$

Bramwell zauważał, że pociąg biegnący na kolei *South-Western* po linii poziomej, w chwili rozpoczęcia hamowania, chyżością 18^m na sekundę, przebiegł jeszcze drogę 1600^m, zanim się zatrzymał. Hamowaniem pociągu, sprawiono więc siłę wynoszącą:

$$K = 0 + 51 . \frac{18^2}{1600} = 10\%$$

adhezyi.

17.

Tłoczki hamulcowe.

Poznawszy teoryę hamowania, obznajmić się wypada ze sposobami stosowania jej w praktyce.

Nim jednak przystąpimy do opisu poszczególnych konstrukcyj hamulców, wspomnieć wypada o przyrządzie, który wszystkim hamulcom jest wspólnym, tj. o *tłoczku* przylegającym do obwodu koła.

Chcąc utrudnić wirowanie kół wozowych, przyciska się do ich obwodu twarde ciała, które to ciała *tłoczkami* zowiemy.

Zazwyczaj obejmują tłoczki całą szerokość dzwonu do którego przylegają, wyjątkowo tylko sięgają dalej jak n. p. tłoczki angielskie, które oprócz dzwonu, obejmują także jeszcze pewną część wieńca. W pierwszym razie posiadają szerokość dzwonu, a więc 80—100$^{m}/_{m}$, w drugim zaś razie otrzymują one odwrotny profil dzwona i wieńca.

Od roku 1878, poczynają tłoczki angielskie pojawiać się także i na kontynencie, albowiem tłoczki takie, ścierają koła daleko mniej, niż tłoczki zwykłe.

Koło, pozostające pod wpływem tłoczka angielskiego, obtacza się, że tak powiem, w całej pełni swego przekroju, nie dostaje więc tak zwanych *ostrych kątów*, powstających w miejscu zejścia się dzwonu z wieńcem, które to *ostre kąty* zawsze się wytwarzają, skoro tłoczek obejmując tylko część dzwonu, ostrym swym kantem do wieńca przylega, jak to się zawsze dzieje, używając tłoczków zwykłych.

Angielskie tłoczki sprawiają więc, że koło zatrzymuje daleko dłużej swój profil, że więc rzadziej obtaczać go trzeba, co znów dla praktyki kolejowej, jest rzeczą wielkiej wagi.

Ponieważ od doskonałości tłoczka, zależy dobroć hamulca, hamulce zaś na kolejach górskich, odgrywają ważną rolę, więc dziwić się nie będziemy, że najdoskonalsze tłoczki, znachodzimy na kolejach górskich

Do niedawna jeszcze wyrabiano tłoczki powszechnie z drzewa, ponieważ jednak twarde drzewo do wyrobu tłoczków nie dobrze się nadawało, więc poczęto je wyrabiać z drzewa miękkiego.

Z drzew miękkich, wybrano zaś *topolę*, gdyż się pokazało, że drzewo topolowe najtrudniej się tli, przez co obawa ognia, z powodu mocnego tarcia, spada możebnie najniżej.

Zastrzykiwanie tłoczków rozczynami sól, któreby utlenianie się ich utrudniały, nie dopisało o tyle, gdyż się pokazało, że tłoczki takie zbyt spiesznie się zużywają.

Topolowe tłoczki odpowiadają dobrze swemu zadaniu wytwarzają bowiem znaczne tarcie, posiadają jednak tę ujemną stronę, że się ścierają mocno, i hamują nie jednako silnie.

Doświadczenie uczy bowiem, że tłoczek topolowy osadzony na hamulcu tenderowym przetrwa zaledwie dwa

miesiące, tłoczki zaś osadzone na kołach wozowych, co najwyżej pół roku w użyciu pozostają. Praktyka kolejowa pouczyła zarazem, że używając tłoczków drewnianych, hamulczy chcąc wóz hamować, wywierać musi w zimie daleko większą siłę, aniżeli w lecie.

Zjawisko to, tłomaczyć sobie można w ten sposób, że podczas gdy współczynnik tarcia między kołem, a szyną pozostaje tak w lecie jak i zimie jednakowym, współczynnik tarcia między tłoczkiem, a kołem, zmienia się o tyle, że w lecie większym się staje.

Niedogodności te sprawiły, że w miejsce *drzewa* poczęto do wyrobu tłoczków, używać *żelaza*. Tłoczki wyrabiane z walcowanego żelaza, ścierają się daleko mniej, aniżeli tłoczki topolowe, hamują jednako dobrze w lecie i zimie, i są tańsze od tłoczków topolowych.

Wobec tego, wydawaćby się mogło, jakoby znaleziono w żelazie walcowanem, ów materyał, który do wyrobu tłoczków najlepiej się nadaje. Tak jednak nie jest, zauważano bowiem, że aczkolwiek tłoczki takie, same mało tylko się ścierają, koła jednak znacznie niszczą.

Działają one bowiem na koło, podobnie, jak działa rydel na tokarni, otaczają więc koła silnie, co znów znaczniejszą wymianę kół za sobą pociąga.

A gdy wreszcie koleje w Szlezwiku wykazały, że tłoczek, ważący 12—16 kilogramów, mający grubość 37^{mm} starł się podczas jednej, umyślnie na ten cel urządzonej jazdy, do grubości 9^{mm}, przekonano się, że trwałość i takich tłoczków, pozostawia wiele jeszcze do życzenia.

Próbowano wprawdzie zastąpić walcowane żelazo *surowcem*, doświadczenie jednak pouczyło, że tłoczki odlewane ze surowca, ulegają zbyt spiesznie zniszczeniu, co znów sprawia, że są droższemi od tłoczków topolowych.

Dopiero mięszanina surowca i opiłowin stali, tak zwana *stal zlewna*, okazała się być materiałem odpowiednim, pokazało się albowiem, że ubytkowi kilograma stali na wieńcu wozowym, odpowiada ubytek tylko 2 kilogramów materyału tłoczka.

Górnoslązka kolej pruska wykazała, zaopatrując w roku 1868, 17 swych wozów w tłoczki ze zlewnej stali, że tłoczki takie, 7 lat trwają, jakoteż, że wozy do obwodu których one przylegają, biedz mogą przeszło 300.000 kilometrów zanim koła zużyją się do tego stopnia, że je obtaczać trzeba.

Ten wcale nie oczekiwany, a wielce korzystny wynik, stał się powodem, że kolej ta, zaopatrzyła 750

swych wozów w tłoczki ze zlewnej stali, jakoteż, że za jej przykładem poszło wnet wiele innych kolei niemieckich.

Całą doniosłość stali zlewnej, jako materyału do wyrobu tłoczków wozowych, wykazały doświadczenia dróg żelaznych, zebrane w roku 1878 na zgromadzeniu techników, a fakt, że fabryka *Glöcknera* w Tchindorf wydała w roku 1877, przeszło 90.000 tłoczków ze stali zlewnej, o rozpowszechnieniu tego wyrobu, dosadnie świadczy.

Tonna tłoczków wyrobionych ze zlewnej stali, kosztuje obecnie 130 guldenów, która to cena spadnie znacznie, gdyż koleje poczynają w nowszym czasie wyrabiać tłoczki hamulcowe z kawałków popękanych wieńców wozowych, które to kawałki dotąd użyć nie umiano.

Amerykanie przeprowadzają obecnie doświadczenia z tłoczkami wyrabianemi z *papieru* wygniecionego pod naciskiem kilku tysięcy atmosfer. Doświadczenia kolei „*New-Jork-Elevated Rail*“ wykonane w roku 1878, pouczyły, że tłoczki takie, dopiero po trzech tygodniowej jeździe starły się o grubość 4^{mm}.

Obecnie stan rzeczy jest taki, że Niemcy używają tłoczków *stalowych*, Anglicy *drewnianych*, Amerykanie zaś, *papierowych*.

18.

Osadzanie tłoczków.

Tłoczki nie osadza się na wozie stale i nieruchomo, lecz zawiesza się je na dzwigarze wozu, w żelaznych trzewiczkach, w ten sposób, że do obwodu koła, do którego mają przylegać, mogą się zbliżać, lub też od niego się oddalać.

Dawniej zawieszano tłoczki po jednej tylko stronie obwodu koła, co jednak okazało się być nie praktycznem, gdyż skutkiem jednostronnego nacisku, osie kół mocno cierpiały. Dopiero gdy poczęto (1843) zawieszać tłoczki po obydwóch stronach hamować się mającego koła, rzecz na korzyść się zmieniła, gdyż w takim razie, siły któremi tłoczki do obwodu kół przylegają, znosząc się wzajemnie, na oś wozu, szkodliwie oddziaływać przestały.

Nacisk na tłoczki, który jak wykazano, zawsze równać się musi ciężarowi wozu, mógł dawniej być daleko mniejszym, gdyż dawniejsze wozy były lżejsze. Chcąc wóz hamować, który waży 3·5 tonn, sprawić więc trzeba tłocz-

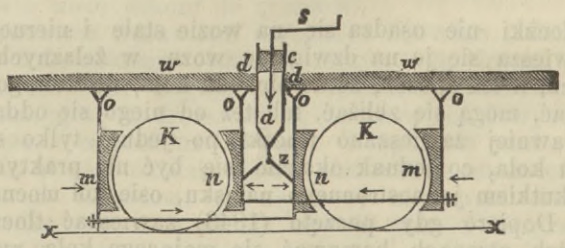
kami nacisk, wynoszący w całości tyleż samo tonn, a więc 3500 kilogramów. Na każde z czterech jego kół, wypada przeto 875 kilogramów nacisku, ciśnienie takie, łatwo uzyskać się dawało, przenosząc siłę hamulczego za pomocą prostej *dzwigni*. Dzisiaj jednak, gdzie wóz naładowany waży 15 tonn, gdzie więc na każde koło, sprawić trzeba nacisk, $\frac{15}{4} = 3{\cdot}75$ tonn, czyli 3750 kilogramów, prosta dzwignia do przenoszenia siły hamulczego więcej już nie wystarcza.

Ponieważ hamulczy, nie używając wcale żadnych przyrządów, do przenoszenia swej siły, sprawić może nacisk, wynoszący do 40 kilogramów, wypada, że chcąc do hamowania używać siły człowieka, przenosić ją trzeba w stosunku 1:80, lub w stosunku 1:100, czyli innemi słowy, zwiększać ją trzeba 80 do 100 razy.

Tak znaczne przenoszenie siły, za pomocą dzwigni, natrafia na trudności, które jednak odpadają, skoro do przenoszenia, użyje się *śruby*.

Korbę śruby, za pomocą której poruszamy hamulce, ustawia się tak, że hamulczy, siedząc na dachu wozu, jednem jej przykręceniem, hamować może wszystkie cztery koła wozu, na którym siedzi. W jaki zaś sposób to sprawiono, okazuje figura 38, w której oznacza:

Fig. 38.



w... dno wozu,
s... śrubę,
o... punkty zawieszenia tłoczków,
n... tłoczki wewnętrze, na które śruba działa bezpośrednio,

m... tłoczki zewnętrzne, poruszane ruchem tłoczków wewnętrznych.
K... koła wozu,
x... szyna.

Tłoczki zawieszone w punktach *o* wykonywać mogą ruch wachadłowy, w płaszczyźnie papieru, a więc z lewej ku prawej ręce, lub odwrotnie.

Punkt *a*, jest to na dzwigarze wozu *nieruchomo* osadzony punkt, na którym śruba hamulcowa się opiera. Na muterce *c* tej śruby, osadzono widełki *dd*, które gdy się śrubę przykręca, poruszając korbę *s*, zesuwają się z muterką w dół, lub z nią idą w górę, zależnie od kierunku przykręcania korby.

Zesuwają się widełki w dół, to sprawiają one nacisk na tłoczki wewnętrze w kierunku strzałek, tłoczki zaś poruszając się w owym kierunku, uruchomiają zarazem tłoczki zewnętrzne, tak więc, że spuszczeniem sanek *dd* w dół, wszystkie cztery koła się hamują.

Od chwili wprowadzenia śruby, jako przyrządu do przenoszenia siły hamulczego na tłoczki przylegające do obwodu kół, znikły z używania hamulce drążkowe prawie zupełnie, jak to nam najlepiej ta okoliczność świadczy, że ze 100 kolei należących w roku 1868 do związku, 7 tylko używało hamulców drążkowych.

Hamulce śrubowe, aczkolwiek przenoszą dobrze siłę hamulczego, posiadają jednak tę niedogodność, że gra śruby, niczem innem, jak tylko przyleganiem tłoczka do obwodu koła, jest ograniczoną.

Hamulczy przyciąga więc śrubę tak długo, dopóki ona się obraca, przyciąga więc tłoczek często mocnej, jak to ruch pociągu wymaga, niedokręcając zaś śruby dostatecznie, nie osiąga możebnie najlepszego skutku hamowania.

Wynika ztąd, że skutek hamowania zawisł w wysokim stopniu od zręczności, zgrabności i woli hamulczego.

W chęci wyłamania się z pod woli hamulczego, poczęto budować hamulce, które ograniczały ruch śruby w jednym i drugim kierunku.

Hamulce takie, nazwano hamulcami *łańcuchowemi*, a myśl ich konstrukcyi, jest następująca:

Hamulczy, chcąc wóz hamować, przykręca śrubę. Śruba, nie stoi jednak w bezpośrednim związku z tłoczkiem, lecz złączoną jest z łańcuchem, który, zwijając się na walec, skutkiem przykręcania śruby, tłoczki do obwodu kół przyciąga.

Długość łańcucha obliczono zaś tak, że w chwili, w której łańcuch na walec zupełnie się zwinie, tłoczek przylega do koła właśnie tak, jak przylegać winien. Dalsze przykręcanie śruby, pozostaje więc bez wszelkiego skutku na hamowanie.

Chcąc wóz uwolnić od działania hamulców, kręcić trzeba korbę w stronę odwrotną, którym to ruchem wchodzą w akcyę sprężyny rozwijające łańcuch do pierwotnej jego długości.

Hamulce takie, aczkolwiek z niektórych względów lepsze od hamulców śrubowych, przecież się nie rozpowszechniły, gdyż zawiła ich budowa, rozpowszechnieniu się, na zawadzie stała.

19.

Hamulce ręczne.

W poprzednim paragrafie opisano sposób działania tłoczków, przylegających do obwodu hamować się mających kół, uczyniwszy to, przystąpić można do opisu poszczególnych konstrucyj hamulców, używanych na kolejach.

Do rzędu hamulców najprostszych, a zarazem najwięcej używanych, należą hamulce *ręczne*, które jak już wykazano, przenoszą siłę hamulczego bezpośrednio na tłoczki, lub pośrednio za pomocą śruby, albo, też śruby i łańcuchów.

Używając śruby do poruszania tłoczków, hamuje się zwolna tylko, chcąc zaś hamować spieszniej, zbudować trzeba hamulec tak, aby siła przyciskająca tłoczki do obwodu kół, nie wytwarzała się przykręcaniem śruby, lecz wchodziła *zaraz* w akcyę, skoro *przykręcać się poczyna*.

Hamulec podobny, zjawia się po raz pierwszy we Fracyi, inżynier kolei północnej, pan *Bricogne*, jest jego konstruktorem.

W stanie normalnym, tłoczki nie przylegają do kół, bo ciężarki osadzone stosownie na dzwigarze wozu, trzymają je w oddalają od obwodu kół, w chwili zaś, w której ciężarki opadną, tłoczki do obwodu kół przylegać będą, ich siła przylegania, zależeć będzie od wielkości ciężarków, które, spadając, do obwodu kół, je przyciskają.

Do uruchomienia zaś ciężarków, sprawiających hamowanie kół, używa Bricogne wirowy ruch śruby, w sposób następujący:

We wozie ustawia on pionowo śrubę, mającą wielki skok, tak, że śruba nie może się w dół lub w górę przesuwać, lecz tylko wokoło swej osi się obracać.

Na śrubę wsuwa on mutrę, która gdyby ją w dół zesuwano, wokoło śruby obracać by się musiała, ponieważ jednak ruchu takiego nie posiada, gdyż w kulisie suwać się tylko może, więc ruch jej posuwisty sprawi, że *śruba* pionowa wirować pocznie, który to ruch, będzie tem spieszniejszy, im cięższą jest mutra, jakoteż, im spadziściej biegną zwoje śruby.

Chcąc więc uzyskać ruch możebnie najspieszniejszy, który to ruch służy do wyzwolenia ciężarków hamulcowych, obciąża Bricogne spadającą mutrę, osobnemi ciężarkami.

Hamulczy, chcąc hamować, odsuwa podstawkę na której spoczywa mocno obciążona mutra, ta zaś będąc pozbawioną podpory, spadać pocznie w dół, nadając spadem swym, śrubie pionowej, szybki ruch wirowy, który udzielając się zapomocą kół zazębionych, drążkowi utrzymującemu ciężarki hamulcowe w oddaleniu od obwodu kół, hamowanie sprawia.

Hamulec pana Bricogne, znachodzi się obecnie na niektórych kolejach francuskich, belgijskich, a od roku 1873, na badeńskich, nie rozpowszechnił się jednak więcej, gdyż stosowne obciążenie mutry natrafia na znaczne trudności, które polegają w tem, że się nie ma miary, podług której oznaczyćby można wagę ciężarków tak, aby tłoczki przylegały do obwodu kół, właśnie tak silnie, jak potrzeba.

Daleko więcej niż hamulce systemu Bricogne, rozpowszechnił się hamulec systemu *Fürth* zbudowany w roku 1879, a polegający w następującej myśli.

Na dzwigarze wozu, zawieszoną jest tarcza, która, gdy przyciśniętą zostanie do obwodu koła, ruchem jego, sama się uruchomia. Zamiast więc używać śruby do przygniatania tłoczków, używa Fürth, do ich przyciskania, tarczy frykcyjnej, której ruch przenosi się na tłoczki, przyciskając je do obwodu hamować się mających kół.

Hamulec taki, hamuje tem silniej, im spieszniej wóz biegnie, wyzyskuje więc impet biegnącego wozu na cele hamowania, przez co znów, nierównie wyżej stoi od hamulców dotąd opisanych.

Następująca tabliczka zawiera kilka z doświadczeń poczynionych hamulcami tegoż systemu na niemieckiej kolei, wiodącej z *Kolonii* do *Minden*.

Ilość hamowanych osi	spadek ‰	chyżość w chwili rozpoczęcia hamowania, w metrach na sekundę	droga w metrach przebyta podczas gdy koła były hamowane	siła hamowania wypadająca na tonnę hamowanego ciężaru	siła wypadająca na tonnę ciężaru wozu
	m	v	s	k	
1.	5·7	7·50	61·88	52	104
		7·69	56·10	79	158
		7·89	70·95	51	102
		7·89	75·01	46	92
		8·33	73·43	52	104
2.	5·7	5·45	14·75	198	108
		7·89	34·65	98	98
	6·6	9·68	34·65	148	148
		9·68	37·13	135	135

W podanej tabliczce, obliczono siłę hamowania wypadającą na tonnę ciężaru złożonego na osie kół przysposobionych do hamowania podług wzoru numer 13, podanego w §. 16.

Ostatnia zaś kolumna tej tabelki, uwidocznia siłę hamowania wyrażoną w kilogramach, jakąby otrzymano, gdyby obydwie osie wozu były hamowane.

Siła sprawiona hamowaniem, wynosi w przecięciu 116 kilogramów na tonnę ciężaru wozowego, spadek zaś 6‰. Suponując, że możebnie największy skutek hamowania wynosi 130 kilogramów, na tonnę hamować się dającego ciężaru, przychodzimy do przekonania, że hamulce *Fuirtha* wydają:

$$\frac{116}{130}\ 100 = 89\%$$

możebnie największego skutku, że więc należą do rzędu hamulców działających bardzo silnie.

W zupełnie odrębnej myśli, zbudowane są hamulce, tak zwane *klinowe*, nieposiadające wcale żadnych tłoczków. Wsuwając bowiem między koło a szynę klin, otrzymujemy również hamulec, działający tak samo jak hamulce przy karetach lub wozach furmańskich.

Pierwszą myśl zastosowania *klinu* do hamowania wozów kolejowych, powzięła w Anglii panna *Mikas* jeszcze w roku 1863.

Później ulepszono hamulce klinowe o tyle, że klin używano li tylko do podnoszenia kół po nad szynę, które, będąc tutaj objęte tłoczkami, ruch swój obrotowy bardzo szybko traciły, poczem, gdy koła wirować przestawały, wóz na szynę znów spuszczano.

Ażeby podczas takiej operacyi wóz się nie wykolejał, urządzano później kliny w ten sposób, że podsuwano je równocześnie pod obydwa, na przedniej osi osadone koła. Hamulce takie, zwano zaś hamulcami *saniowemi*.

Chcąc hamować, nie potrzeba nic więcej, jak spuścić na szynę sanie, które pierwej po nad nią wisiały. Wóz, wjeżdżając na sanie, podnosi się blisko o centimetr po nad szynę i pozostając na saniach, sunie się z niemi skutkiem prawa bezwładności, w przód.

Sanie, przylegając do szyn, własnym ciężarem, a pozostając oprócz tego pod naciskiem sprawionym ciężarem wozu, wywołują na szynie mocne tarcie, uśmierzające znacznie szybkość jazdy.

Opór, sprawiony hamulcami saniowemi, jest bardzo znaczny, wynosi bowiem 115 kilogramów na tonnę ciężaru złożonego na osie hamowane, podczas gdy możebnie największy skutek jaki hamowaniem osiągnąć można, wynosi 130 kilogramów. Dobroć tych hamulców wynosi przeto:

$$\frac{115}{130}\,100 = 88\%$$

możliwego skutku.

Inżynier *Adam* budował hamulce saniowe, już w roku 1845. Pomimo zdrowej myśli na której konstrukcya ich polegała, nie zdołały jednak hamulce takie zjednać sobie przyjaciół, obawa bowiem, że przy hamowaniu, wóz ze szyn wyskoczyć może, żywo inżynierom stała przed oczyma.

Dopiero doświadczenia państwowej kolei w Niederlandach, do rozprószenia podobnej obawy się przyczyniły.

Kolej ta, zchodzi do miasta *Liége* spadkiem, którego stromość wynosi 24‰, leżącym w łuku zatoczonym promieniem 350^{m}.

Na tej to równi pochyłej, spuszczają od roku 1874 wszystkie pociągi ciężarowe zapomocą hamulców saniowych, systemu *Laignel*, a zjazd pociągów odbywa się dotąd bez najmniejszej przeszkody.

Jedynie koszta utrzymania sań, które z powodu znacznego ścierania się smyk, dosyć są znaczne, zdają się, rozpowszechnieniu hamulców saniowych stawać jeszcze na przeszkodzie.

W ostatnich czasach wydoskonalono hamulce ręczne o tyle, że jeden hamulczy hamować może, nie opuszczając swego stanowiska dwa wozy, przykręceniem jednej śruby.

A ponieważ hamulczy, nie podwajając swej siły, hamuje zamiast jednego, wozów dwa, więc potrzebować musi do hamowania dwa razy tyle czasu.

Ponieważ jednak, obydwa do siebie należące, w hamulce zaopatrzone wozy, jak to doświadczenie uczy, hamować można w czasie jednej minuty, więc hamulce takie, zwane hamulcami *dwu-wozowemi* mają wartość praktyczną, gdyż używając ich, ilość hamulczych zmniejszyć się daje przy pociągu.

Hamowanie odbywa się zaś, w ten sposób, że ruch korby (a więc śruby) osadzonej na jednym wozie, przenosi się zapomocą odpowiednio ustawionych drążków, na hahamulce wozu drugiego.

Hardy, szef warstatów austryackiej kolei południowej, był pierwszym, który w roku 1881, zbudował hamulec dwuwozowy. Hamulec jego, próbowano na wymienionej kolei dnia 25 lutego 1881; a doświadczenie wykazało, że pociąg ważący 200 tonn, zatrzymać się dał na spadku 20‰, siłą jednego tylko hamulczego, nie biorąc wcale do pomocy, hamulców umieszczonych na tenderze.

Na dniu 9 marca tegoż samego roku, powtórzono we Wiedniu owe doświadczenia i pokazało się, że pociąg złożony z 18 wozów, pomiędzy któremi znajdowało się 4 hamulce, a ważący 207 tonn, zatrzymać się dał temi hamulcami, w chwili gdy biegł po spadku, mającym 20‰ stromości, chyżością 28 kilometrów na godzinę. Siła dwóch hamulczych, użyta do poruszania owych 4 hamulców sprawiła, że pociąg zatrzymał się na przestrzeni 200^{m}.

Równocześnie prawie, a niezawiśle od pana Hardy, zbudował *Fuchs*, starszy inżynier czeskiej kolei *Turnau-Kralup,* hamulec również dwuwozowy.

Porównawcze próby, przeprowadzone na kolei *Dux-Bodenbach*, wykazały, że obydwa hamulce, stoją na równi.

Podczas tych prób, puszczano parę wozów, tworzących razem hamulec dwuwozowy, tak, że toczyć się mogły w kierunku stromego spadku całkiem swobodnie. W chwili, gdy wolno toczące się wozy, które bieg swój w kierunku spadku rozpoczęły chyżością zero, przebyły przestrzeń 200^m, rozpoczynano hamować i obserwowano, tak drogę, którą przebyły pod wpływem hamulców, aż do punktu, w którym stawały, jakoteż czas, potrzebny do przebycia tejże drogi.

Wyraża t, czas w sekundach, potrzebny do przebycia 200 metrowej drogi, a więc drogi przebytej bez działania hamulców, t_1 czas w sekundach, liczony od chwili rozpoczęcia hamowania, aż do chwili zatrzymania się wozów, a więc czas potrzebny do przebycia drogi podczas działania hamulców; s nareszcie, drogę w metrach, którą wozy przebyły, zostając pod wpływem hamowania, to wykazały owe próby, że:

dla hamulców systemu	wynosi		
	t	t_1	s
	sekund		metrów
Hardy	45	20	135
Fuchs	48	22	130

skoro zaś, nie puszczano wozów samych, lecz pociąg ważący 94·5 tonn, złożony z 8 wozów, z których dwa, zaopatrzono w hamulce, przekonano się, że:

dla hamulców systemu	wynosi		
	t	t_1	s
	sekund		metrów
Hardy	49	100	677
Fuchs	25	105	700

zkąd wniosek, że obydwa hamulce jednako dobrze funkcyonują.

Doświadczenie pouczyło, że nietylko dwa wozy, hamować można siłą jednego hamulczego, ale nawet kilka wozów, a hamulce odpowiednie, nazwano hamulcami *gromadkowemi.*

Do hamulców takich zaliczyć można hamulce *Heberleina*, *Beckera* i t. p. Konstrukcye ich, opiszemy na innem miejscu.

20.

Hamulce ciągłe.

Jak długo do obsługi poszczególnego hamulca, używać będziemy osobnego hamulczego, lub hamulczemu powierzać będziemy kilka hamulców do obsługi, jak to się np. dzieje, używając hamulców gromadkowych; tak długo skutek hamowania doskonałym nie będzie.

Skutek hamowania, zależy bowiem nietylko od siły jaką sprawić można każdym hamulcem z osobna, ale także od *jednoczesności działania*, wszystkich, w skład pociągu wchodzących hamulców.

Dopóki hamowanie powierzano hamulczym, rozstawionem na poszczególnych wozach, wchodzących w skład pociągu, natrafiało *równoczesne* hamowanie wszystkich wozów, z natury rzeczy, na znaczne trudności.

Przypuszczając bowiem, że każdy z hamulczych, pełniących służbę przy pociągu, dostrzegł sygnał hamowania, w jednej i tej samej chwili, to przecież każdy z nich, począł hamować w innym czasie, rozpoczynał bowiem czynność swą, w miarę czasu, ktory upływał od chwili pojmania sygnału, aż do chwili rozpoczęcia hamowania, który to czas dla każdego niemal człowieka jest innym, zależy on bowiem nietylko od przytomności, ale nadto od indywidualności hamulczego.

A gdyby nawet ćwicząc się ustawicznie, wreszcie dopięto, że wszystkie hamulce całego pociągu, wchodziłyby w akcyę na dane hasło, to zawsze jeszcze z tego nie wynika, jakoby wszystkie hamulce, jednako silnie przyciągano.

Zważyć także należy, że maszyniści prowadzący pociąg, regulować zwykli chyżość jazdy, hamulcem osadzo-

nym na tenderze, mniej zaś hamulcami rozstawionemi w pociągu. Skutkiem tego służba pociągowa mniej jest obswojoną z używaniem hamulców na *skinienie*, co sprawia, że w chwili, gdy otrzyma sygnał do hamowania, do czynności tej zwolna i niepewnie się zabiera.

Hamując zwykłym sposobem, tj. używając hamulców, nie mających ze sobą wcale żadnego związku, tracimy przeto, tak na *sile*, jakoteż i na *czasie*, a utrata podobna, oddziaływa tem przykszej, gdy chodzi o uchylenie jakiegoś nieszczęścia.

Wkładając zaś obowiązek hamowania pociągu, na jednę tylko osobę, sprzęgając wszystkie w skład pociągu wchodzące hamulce, tak ze sobą, że je wszystkie z *jednego punktu* całego pociągu obsłużyć można, braki opisane usunąć się dają.

Podobnie, jak zwrotnice, ustawiane z jednego punktu stacyi, pociągowi ścielą drogę, tak też i hamowanie z jednego punktu pociągu, do bezpieczeństwa ruchu przyczyniać się musi.

Przewaga hamulców, dających się osługiwać z jednego punktu pociągu, zwanych *hamulcami ciągłemi*, polega więc w tej okoliczności, że hamulce ciągłe wchodzą w akcyę skutkiem inicyatywy jednego tylko człowieka, działają przeto wszystkie jednocześnie, a co ważniejsza, działają spiesznie.

Na podziemnej kolei w Londynie, zwanej *Metropolitan Railway*, wjeżdżają pociągi tak szybko w stacyę, że się zdaje, że ją przejechać muszą, tak jednak nie jest, widzimy bowiem ku naszemu zdziwieniu, że pociąg, który przed chwilą był w całym pędzie, nagle w stacyi staje, a co ciekawsza, że wyrusza z niej tak nagle, że normalną swą chyżość, już przy wyjeździe uzyskuje.

Pomimo, że ruchy pociągu są tak nagłe i nieoczekiwane, przecież odbywają się bezpiecznie i nie oddziaływują na podróżnego nieprzyjemnie.

Myśl budowy hamulców ciągłych, powziął *Stefenson* już w roku 1840, a doniosłością ich, przejętym był tak dalece, że nalegał na parlament, by koleje do zaprowadzania ich, przymuszano.

Hamulce ciągłe, urządzić można w dwojaki sposób, a mianowicie, gromadząc siłę potrzebną do hamowania pociągu, w jednym tylko punkcie, lub też rozdrobnić siłę tę w ten sposób, że każdy, hamować się mający wóz, otrzyma tyle siły, ile potrzeba do hamowania jego kół.

W pierwszym razie, trzeba, chcąc hamować, siłę nagromadzoną w centrum, *przenosić* na pojedyncze wozy,

w drugim zaś razie, trzeba siłę pozostającą bezczynnie w pojedynczych wozach, w danej chwili *wyzwolić*, tj. w akcyę wprowadzić.

W obydwóch jednak razach, *transmissyi* potrzeba, która to transmissya służy w pierwszym razie, do przenoszenia *siły* z puntu centralnego na wozy wchodzące w skład pociągu, w drugim razie zaś, do przenoszenia *środka wyzwalającego siłę* nagromadzoną we wozach.

Jako *siłę* używamy: sprężyn, spadających ciężarków, elektrykę, parę, ciśnienie powietrza, kinetyczną energię ruchu i t. p., jako *transmissye*, służą zaś: liny, łańcuchy, drążki, druty, rury przeprowadzające wodę lub parę i t. p.

Ze względu na *środki*, któremi wyzwalamy we wozach uśpioną siłę służącą do hamowania, rozróżniamy cztery gatunki hamulców ciągłych, a mianowicie: hamulce działające *mechanicznie*, *elektrycznie*, *hydraulicznie i pneumatycznie*.

Nim jednak przystąpimy do opisu zasad konstrukcyi każdego z tych hamulców, wykazać wypada różnice, jakie zachodzą między hamulcami ręcznemi, a hamulcami ciągłemi.

Korzyści hamulców *ciągłych* są następujące:

1. hamowanie całego pociągu odbywa się z *jednego tylko punktu*, co sprawia spieszność akcyi hamowania i oszczędność na ludziach,
2. hamowanie całego pociągu zawisło od *jednego tylko człowieka*, co sprawia pewność akcyi hamowania.
3. hamowanie całego pociągu odbywa się we wszystkich punktach *jednako silnie*, co zwiększa skutek hamowania,
4. akcya hamowania rozpoczyna się w możebnie *najkrótszym czasie*, po dostrzeżeniu sygnału do hamowania, co znów wartość hamowania nadzwyczaj podnosi.

Wymienione korzyści sprawiły, że hamulce ciągłe, nabierają coraz większego rozgłosu, rozpowszechniając się coraz więcej, a to nietylko w Ameryce, gdzie je wynaleziono i wydoskonalono, lecz także i w Europie.

Że w Europie doniosłość hamulców ciągłych poznano, świadczy uchwała zapadła w angielskim parlamencie w roku 1878, mocą której, włożono na koleje obowiązek, składania raportów dwa razy do roku, o jakości i ilości hamulców ciągłych, będących w użytku.

Ostatnie takie sprawozdanie wykazało, że Anglia zaopatrzyła 629 lokomotyw i 5005 wozów w hamulce ciągłe, jakoteż, że posiada 22 rozmaitych konstrukcyj tychże hamulców.

21.

Hamulce mechaniczne.

Hamulce ciągłe, należące do rzędu hamulców *mechanicznych* przenoszą siłę służącą do hamowania nagromadzoną w centralnym punkcie pociągu, na tłoczki przylegające do obwodu hamować się mających kół, zapomocą przyrządów *mechanicznych*, a więc: dźwigni, drążków, linek i t. p.

Exter, zbudował pierwszy, jeszcze w roku 1847 hamulec, należący do tej kategoryi hamulców, myśl zaś jego konstrukcyi, jest następująca:

Na dźwigarze wozu przysposobionego do hamowania, zawieszono ciężarki w ten sposób, że trzymały tłoczki w pewnym oddaleniu od kół, ciężarki pojedyńczych wozów, połączono zaś tak ze sobą, że hamulczy znajdujący się w centrum pociągu, przykręcając śrubę, sprawiał, że ciężarki nietylko że natychmiast przestawały odciągać tłoczki od obwodu kół, ale nadto, że je silnie do kół przygniatały.

Newall, zbudował w Anglii, w roku 1853 hamulec, różniący się od powyższego o tyle, że użył do przyciskania tłoczków do obwodu kół, *sprężyn*, w miejsce ciężarków.

Tłoczki wozów, tak były osadzone, że w stanie normalnym do obwodu kół nie przylegały. Hamulczy, chcąc pociąg hamować, uruchomić musiał długi walec, biegnący po nad dachem wozów, wzdłuż całego pociągu, który to walec ruchem swym w około osi, wprowadzał w akcyę sprężyny osadzone na wozach, tak, że tłoczki do obwodu kół przylegać poczynały.

Do obracania zaś walca, użył Nevall również siły człowieka, która, poruszając śrubę, walec uruchomiała.

Hamulec tej konstrukcyi zwracał w swoim czasie na się uwagę, dzisiaj jednak, zapomnianym już został.

Klunzinger, użył w nowszym czasie (1876) w miejsce sprężynek, przyciskających tłoczki do obwodu kół, *ciężar skrzyni wozu*. Na ten cel, ustawia on skrzynie w ten sposób na podstawkach, że za usunięciem ich, skrzynia spada na tłoczek, osadzony między nią, a kołem,

Podstawki zaś, trzymające skrzynię wozu w oddaleniu od tłoczków, połączono ze sobą, za pomocą linki, którą poruszać można nietylko z punku centralnego, ale z każdego wozu znajdującego się przy pociągu.

Hamulczy, chcąc hamować, szarpie za linkę, która wysuwając podstawkę z pod skrzyń wozowych, sprawia, że skrzynie spadając na tłoczki, ciężarem swem, do obwodu kół je przyciskają.

Hamulec ten, zbudowany dla węgierskiej kolei *Rostocken Marksdorf*, nie znalazł jednak zastosowania na kolejach większych.

Dopiero myśl, użycia do hamowania *mechanicznej pracy nagromadzonej w biegnącym pociągu*, pchnęła konstrukcyę hamulców ciągłych, na nowe tory.

Myśl użycia mechanicznej pracy nagromadzonej w pociągu, do poruszania hamulców, nie jest nową, powziął ją bowiem *Heberlein* już w roku 1853.

Myśl *Heberleina* odznacza się korzystnie od wszystkich innych dotąd używanych konstrukcyj. Hamulec jego, posiada bowiem tę zaletę, że podczas, gdy przy wszystkich innych konstrukcyach siłę do hamowania dopiero *wytwarzać* trzeba, *Heberlein* tego nie czyni, gdyż wyzyskuje na cele hamowania, siłę *już istniejącą*, siłę impetu biegnącego pociągu.

Podczas, gdy dostarczanie motora do hamowania, sprawia zwykle znaczne koszta, otrzymuje *Heberlein* siłę hamowniczą darmo.

Na osi wozu, z którego cały pociąg ma się hamować, osadza Heberlein tarczę, w ten sposób stale z osią połączoną, że tarcza wykonuje te same ruchy, co oś, na której ją osadzono.

Równolegle z osią, na której tarcza się znajduje, osadza Heberlein drugą oś, wyposażoną również, w stale na niej osadzoną tarczę, oś tę, zbliżać można dowolnie do pierwszej, lub ją od niej oddalać.

Zbliża się osie tak do siebie, że tarcze ich, ze sobą się zderzą, to tarcza zbliżona, otrzymuje ruch wirowy od tarczy osadzonej na osi wozowej, a ruch zbliżonej tarczy, przenosi się za pomocą linek lub łańcuchów, na tłoczki przylegające do obwodu kół.

Hamulec Heberleina, pomimo poprawki przeprowadzonej w roku 1869, za którą to poprawkę, otrzymały nadgrodę ze strony związku dróg żelaznych, przecież się nie przyjęły, pociągi kursujące na kolejach bawarskich, przy których Heberlein wówczas służył, składając się z wozów francuskich badeń-

skich i Wirtembergskich, nie mających odpowiednich przyrządów, stały bowiem nowemu systemowi na zawadzie.

Dopiero, gdy wynalazca w roku 1874, ulepszył hamulec swój o tyle, że użyć go było można przy pociągach złożonych z wozów z których nie wszystkie zaopatrzone być musiały w hamulce jego systemu, a pociąg dawał się hamować, nietylko z punktu centralnego, ale z każdego innego punktu, nabrała konstrukcya rozgłosu, do którego, nie mało się przyczyniły poprawki pana *Maurera*.

W Austryi próbowano hamulec *Heberleina* po raz pierwszy na dniu 6 października 1875, a działo się to na kolei Arcyksięcia Rudolfa. Pociąg ważący bez lokomotywy, 63·5 tonn, biegnący w spadku 1:55, chyżością 34 kilometrów na godzinę, zatrzymano na przestrzeni kilometra w ciągu 130 sekund. Gdy zaś wzięto do pomocy, dwa zwykłe hamulce ręczne, zatrzymano go na tym samym spadku, gdy biegł chyżością 26·5 kilometrów, na przestrzeni 200 metrów, w ciągu 30 sekund.

W najnowszym czasie, bo w grudniu 1879, przeprowadzano na wojskowych kolejach w Prusiech, w obecności generała *Moltke*, próby, które jaskrawo wykazały całą doniosłość pięknej myśli *Heberleina*.

Myśl budowy hamulców *Heberleina*, nie uszła uwadze techników, znalazła bowiem w inżynierach *Becker*, *Suirth* i *Ursprung* nietylko naśladowców, ale nadto, budowe hamulców udoskonalających konstruktorów, jak to nam świadczy np. ta okoliczność, że *Becker* (inspektor austryackiej kolei północnej) otrzymał za swój hamulec w roku 1878 najwyższą nagrodę, jaka ze strony dróg związkowych na konstrukcye hamulców była wysadzoną.

Hamulcem konstrukcyi *Beckera* zatrzymano bowiem pociąg, składający się ze 6 wozów, przy którym 60% całego ciężaru spoczywało na osiach przysposobionych do hamowania, w spadku 14‰ na przestrzeni 60—70 metrów w ciągu 10—12 sekund.

Doświadczenia te, spowodowały kolej północną (1879) do zaopatrzenia 25 tenderów, 42 wozów osobowych i 320 wozów ciężarowych w hamulce systemu *Beckera*.. Hamulce, polegające na myśli *Heberleina*, mają wiele stron dodatnich, posiadają jednak i ujemne, do tych ostatnich zaliczać zaś wypada:

1. Skutkiem energicznego działania, pękają często łańcuchy.
2. Tarcze frykcyjne, wymagają troskliwości w utrzymaniu, gdyż inaczej cierpi skutek hamowania.

3 Dostaje się między tarcze frykcyjne śnieg, kurz, lub błoto, hamowanie wozu trudniejszem, a czasami wcale niemożliwem się staje.
4. Z powodu licznych i długich łańcuchów, natrafia zestawianie pociągów na trudności.
5. Gdy maszyna stoi, hamować nie można.
6. Hamowanie odbywa się tylko jadąc wprzód, podczas jazdy w odwrotnym kierunku, hamować nie można.
7. Hamulce takie, trudno używać do regulowania chyżości jazdy.
8. Skutkiem ciągłego utrzymywania ruchu, cierpią znacznie osie wozowe.
9. Z powodu turkotu, jaki hamulce sprawiają, jakoteż z przyczyny mocnych szturkań w chwilach hamowania, oddziaływuje hamowanie na podróżnych nieprzyjemnie.
10. Z powodu niemożebności mierzania siły tarcia, służącej do hamowania, maszynista nie wie, jak silnie wozy hamuje.

22.

Hamulce elektryczne.

Myśl zastosowania elektryki do hamowania wozów, pochodzi z Anglii, tam bowiem, otrzymał *Grover*, już w roku 1840 patent, na przyrząd odpowiedny.

Zadowalając się prawem patentu, Grover pomysłu swego nie egzekwował, tak samo postąpił sobie niemiec *Amberger*, uzyskawszy na hamulec podobny, patent w r. 1851. Dopiero francuz *Achard*, zbudował i wprowadził w życie, hamulce elektryczne w roku 1856.

W systemie Acharda nie służy elektyka do przyciskania tłoczków hamulcowych, lecz do wprowadzania w akcyę mechaniczną pracę, nagromadzoną w pociągu.

Na osi, hamować się mającego wozu, osadza Achard ekcenter czyli mimośród, który to mimośród, wykonuje wraz z osią ruch obrotowy.

Na kancie mimośrodu, spoczywa lekko, poziomo ułożona sztabka, którą umocowano na drugim jej końcu tak, że ruch obrotowy mimośrodu, wprawia koniec sztabki, spo-

czywający na mimośrodzie, w ruch wachadłowy, czyli falisty, podczas gdy drugi jej koniec, będąc stale umocowanym, w miejscu nieruchomo pozostaje.

Falisty ruch sztabki, przenosi Achard zapomocą łańcuchów na tłoczki hamować się mających wozów.

W stanie normalnym, sztabka do mimośrodu przylegać nie może, gdyż w takim razie, koła by się hamowały. Elektromagnes sprawia, że sztabka pozostaje w pewnym oddaleniu od mimośrodu w ten sposób, że chociaż mimośród wiruje, sztabka przecież w spokoju pozostaje.

W chwili przerwania prądu elektrycznego, zamienia się elektromagnes na zwykłe żelazo, które sztabki do siebie więcej już nie przyciąga, sztabka zaś, będąc uwolnioną od siły odciągającej ją od kantu mimośrodu, spada na niego, a zderzywszy się z mimośrodem, uzyskuje ruch falisty, potrzebny do hamowania.

Hamulczy, chcąc pociąg hamować, nie potrzebuje nic więcej, jak tylko przerwać krążenie prądu, gdyż w chwili takiej koła hamować się poczynają.

Hamulec Acharda, działa także automatycznie, bo skoro prąd, skutkiem przerwania się spinki, spajającej ze sobą wozy wchodzące w skład pociągu, krążyć ustaje, koła hamować się poczynają. Akademia umiejętności w Paryżu, odznaczyła zmyślną tę konstrukcyę nadgrodą w kwocie 2500 franków, a przyrząd jego zaprowadzono na kolei z Paryża do Strassburga.

Doświadczenia przeprowadzone licznie w roku 1866 na kolejach w Belgii, wykazały, że pociąg biegnący chyżością 60—95 kilometrów na godzinę, zatrzymać się dawał w ciągu 1—2 sekund na przestrzeni 350—400 metrów.

W Anglii znów, znalazł elektryczny hamulec systemu *Chapin*, większe wzięcie, doświadczenia austryackiej kolei południowej, przeprowadzone w roku 1873 hamulcami obu systemów, wykazały wprawdzie doniosłość spiesznego działania hamulców elektrycznych, pouczyły jednak, że kwestyę stosowania prądów elektrycznych na wolnym powietrzu, jako załatwioną, uważać jeszcze nie wypada.

Ztąd też pochodzi, że hamulce uruchomiane prądem elektrycznem, pomimo zmyślności konstrukcyi, w Niemczech jedynie tylko na kolei *Nadreńskiej*, w powszechnem użyciu się znachodzą.

Dopiero w najnowszym czasie, zmieniła się sytuacya na korzyść hamulców elektrycznych.

Cardew w Anglii podniósł bowiem zupełnie nową myśl, stosowania elektryki do hamowania wozów. Osadza on

bowiem (1881) tak na osi lokomotywy, jakoteż na osiach wozów, wchodzących w skład pociągu, przyrząd, zwany *induktorem,* który wyzyskuje mechaniczną pracę wirowania osi, na wytwarzanie prądów elektrycznych, tak więc, że używając hamulców jego systemu, stosów galwanicznych, wcale nie potrzeba.

Wirowaniem osi uzyskany prąd, krąży przez induktory znajdujące się przy pociągu, w takim kierunku, że przyczyniając się do obrotu kół, zwiększa niejako siłę przewozową, którą to siłę użyć można do hamowania, skoro się zmieni kierunek prądu.

Maszynista, chcąc hamować, nie potrzebuje przeto nic więcej czynić, jak tylko sprawić, aby prąd elektryczny, kierunek swój zmienił.

Przyciskając lekko, na maszynie ustawiony, a odpowiednio urządzony klucz, zmienia maszynista kierunek prądu i sprawia, że akcya hamowania zaraz się rozpoczyna.

W pierwszej chwili rozpoczęcia hamowania, działa siła hamownicza silnie, słabnie zaś w miarę zwalniania się biegu pociągu, hamowanie odbywa się przeto właśnie tak, jak się odbywać powinno, gdyż hamowaniem nie zamierzamy *uniemożliwiać* ruchu wirowego kół, lecz go tylko *utrudniać* chcemy.

23.

Hamulce hidrauliczne.

Najgłówniejszym czynnikiem hamulców hidraulicznych, jest, jak to już sama nazwa wskazuje, woda. Przy hamulcach tych, nie służy jednak woda, ani do przyciskania tłoczków do obwodu kół, ani też jako siła działająca na hamulce z punktu centralnego, lecz odgrywa tylko rolę transmissyi.

Pierwszym konstruktorem hamulców hidraulicznych był anglik *Clark*, myśl hamulca jego systemu, jest zaś następująca.

Pod podłogą wozu mającego się hamować, umieszcza *Clark* cylinder, w którym tłok się porusza, ruch tłoka, przenosi się na tłoczki hamulcowe w ten sposób, że poruszenie się tłoka, wozy hamuje.

Cylindry osadzone na wozach, wchodzących w skład pociągu, połączone są ze sobą zapomocą rury w ten sposób,

że woda zawsze z jednej tylko strony tłoka się znajduje; tak więc, że lekki nacisk na słup wody, już wystarcza, by nadać tłokowi ruch potrzebny do hamowania.

Rura łącząca ze sobą cylindry pojedyńczych wozów, rozdziela się pod lokomotywą na dwie części, jedna z nich prowadzi do tendera, druga zaś, do kotła lokomotywy, a maszynista, łączyć może za pomocą odpowiednio ustawionych kurków, główną rurę dowolnie z kotłem, lub też tenderem.

Skoro połączy rurę z *tenderem*, napełniają się cylindry do większej części wodą, a tłoki ich, stojąc pod niewielkim ciśnieniem wody, wozów wcale nie hamują.

W chwili złączenia rury z *kotłem*, wkracza do rury napełnionej wodą, mocno prężna para, a cisnąc na wodę, posuwa cały słup jej tak, że tłoczki przybliżą się do obręczy kół, czem akcya hamowania się rozpoczyna.

Z chwilą odwiedzenia kurka, sprawiającego komunikacyę między kotłem lokomotywy, a rurą napełnioną wodą, rozpoczyna się przeto hamowanie.

Akcya hamowania, następuje w bardzo krótkim czasie po odwiedzeniu kurka, albowiem słup wody, małą tylko potrzebuje zrobić drogę, aby poruszyć tłoczki o tyle, by hamowały.

Chcąc rozhamować, trzeba kurek ustawić tak na lokomotywie, aby komunikacya z jej kotłem została odciętą, w takim razie bowiem, para przestanie cisnąć na słup wody, a sprężynki osadzone w cylindrach, uwolnione od nacisku, posunąć mogą tłok wstecz, przez co cały słup wody cofnąć się musi.

Hamulec podobnej konstrukcyi potrzebuje dużo pary, gdyż znaczna część pary, wchodzącej do rur, skraplając się, wodę ogrzewa, zamiast ją posuwać wprzód.

Wspomnianą usterkę starano się usunąć w ten sposób, że nie dozwalano, aby para działała bezpośrednio na powierzchnię wody, lecz użyto ją do poruszania pompy, zapomocą której słup wody posuwano.

Esra-Miles, zbudował pierwszy hamulec, polegający w tej myśli, hamulec jego miał jednak pewne braki, tak, że się wcale nie rozpowszechnił, dopiero konstrukcya anglika *Barker*, (1874) wzięcie u techników znalazła.

Barker, nie porusza pompy swej siłą pary, lecz używa do uruchomienia jej, kinetycznej energii biegnącego pociągu, co sprawia, że hamowanie uskutecznione w ten sposób, odbywa się w miarę szybkości jazdy.

Pomimo tej znakomitej poprawki, nie nadawały się hamulce hidrauliczne, gdyż podczas zimy, woda w rurach zamarzała a zastąpić ją inną cieczą, dotąd się nie udało.

24.

Hamulce pneumatyczne, działające zgęszczonem powietrzem.

Hamulce pneumatyczne, są to hamulce, przy których *powietrze* odgrywa rolę tak transmissyi jako i siły hamowniczej. Myśl konstrukcyi hamulców podobnych, polega na dwóch odrębnych od siebie zasadach.

Do uruchomienia hamulców pneumatycznych, używa się bowiem albo powietrza *zgęszczonego,* lub też wyzyskuje się ciśnienie, *próżnię otaczającego powietrza.*

Ze względu na doniosłość, jaką mają hamulce pneumatyczne, zasługująo bydwie zasady hamowania, na opis szczegółowy, dla tego też, opiszę w tym paragrafie hamulce polegające na ciśnieniu zgęszczonego powietrza, w następnym zaś, hamulce działające naturalnem ciśnieniem powietrza, otaczającego próżnię.

Do opisu hamulców, działających ciśnieniem zgęszczonego powietrza, obiorę hamulec systemu *Westinghouse*, gdyż hamulec ten, jest w Ameryce bardzo rozpowszechnionym, i uzmysłowia dobrze działanie zgęszczonego powietrza.

Na lokomotywie osadza się w pobliżu maszynisty zbiornik, mający $^1/_2$ metra sześciennego objętości, w którym się zgęszcza powietrze zapomocą pompy ustawionej również na maszynie, a uruchomionej siłą pary, która to para, w kotle lokomotywy się wywięzuje.

Pod podłogą każdego hamować się mającego wozu, osadza się zbiornik, lecz daleko mniejszy od zbiornika, znajdującego się na maszynie, zbiorniki zaś wszystkie łączy się ze sobą, zapomocą rury komunikującej ze zbiornikiem osadzonym na maszynie.

Zbiornik *centralny*, tworzy więc w połączeniu ze zbiornikami, osadzonemi na wozach i ciągiem rur, jedną całość, w której, w stanie normalnym znajduje się powietrze zgęszczone.

Od każdego ze zbiorników wozowych, odgałęzia się krótka rura prowadząca do cylindra, umieszczonego również na dnie, hamować się mającego wozu.

Komunikacya zbiornika wozowego, ze sąsiednim cylindrem jest jednak zamkniętą, tak, że w stanie normalnym, pozostaje cylinder w połączeniu z wolnem powietrzem.

W chwili, w której ciśnienie zgęszczonego powietrza, zawartego w zbiornikach wozowych spada, odcina zmyślnie zbudowany kurek, czyli *wentyl*, komunikacyę zbiorników wozowych ze zbiornikiem umieszczonym na maszynie, jakoteż komunikacyę cylindrów z wolną atmosferą, sprawiając równocześnie komunikacyę zbiorników wozowych, ze sąsiedniemi cylindrami.

Zgęszczone powietrze, zawarte w zbiornikach wozowych, wchodzi w takim razie do sąsiednich cylindrów, posuwając poprzód siebie ich tłoki, a ponieważ tłoki cylindrów złączono z tłoczkami hamulcowemi, więc ruch tłoków, sprawi przyleganie tłoczków do obwodu kół, przez co następuje hamowanie.

Chcąc wozy rozhamować, przerwać trzeba komunikacyę zbiorników z cylindrami i otworzyć równocześnie komunikacye zbiorników z wolnem powietrzem.

Opisane zmiany komunikacyi, sprawić można, wpuszczając parę do zbiornika centralnego, t. j. podnosząc ciśnienie zgęszczonego powietrza do pierwotnej wysokości.

Widzimy, że myśl hamowania wozów, używając do pomocy siły powietrza ściśnionego, jest nader prostą. Hamulce takie, działają spiesznie, spieszniej od wszystkich, gdyż siła sprawiająca hamowanie, (powietrze zgęszczone) — w stanie normalnym, w zbiornikach zawsze się znajduje, siła ta, jest tam niejako uśpioną, i wchodzi zaraz w akcyę, skoro tylko ciśnienie powietrza spadnie, co znów prostem odwiedzeniem kurka umieszczonego na lokomotywie lub na jakim bądź wozie, sprawić można.

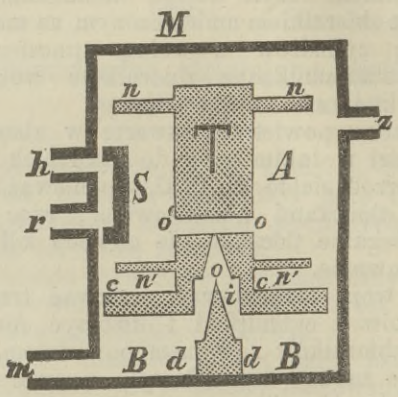
Akuratność działania, zawisłą jest od wentyla, a ponieważ myśl konstrukcyi wentyla nietylko do poruszania hamulców, ale wszędzie tam stosowaną być może, gdzie chodzi o wytworzenie jakiegoś ruchu siłą powietrza zgęszczonego, więc opis wentyla będzie na miejscu.

Wentyl (figura 39) powstaje z cylindra MN w którym przesuwa się podwójnie przewiercony tłok tak, że komunikacya między częściami B i A na które tłok dzieli wnętrze cylindra, umożebnioną jest przez wspomnione otwory.

Ściśnione powietrze wychodząc ze zbiornika centralnego, umieszczonego na lokomotywie, dostaje się rurą *m* do dolnej połowy wnętrza wentyla, przechodząc otworem *o* do szparki o^1, a ztąd do górnej części *A*; zkąd wolne ma

przejście rurą *z* do zbiornika wozowego umieszczonego pod podłogą wozu, mającego się hamować.

Fig. 39.



Zbiornik centralny, stoi więc w połączeniu ze zbiornikiem wozowym zapomocą rury *m*, części dolnej *B*, otworu *o*, szparki o^1, górnej części wentyla A i rury *z*.

Rura *h* prowadzi do cylindra, którego tłok, porusza tłoczki hamulcowe, podczas gdy rura *r* prowadzi na wolne powietrze.

W stanie normalnym stoi suwak *s* tak we wnętrzu wentyla, że komunikacya cylindra z wolnym powietrzem jest otwartą, wentyla zaś z cylindrem zamknięta.

W chwili, w której ciśnienie zgęszczonego powietrza spada, poczyna występować powietrze ze zbiornika rurą *z* do górnej połowy *A* wentyla, i wciskać się wązką szczeliną o^1, zkąd otworem *o*, dostaje się do dolnej połowy *B*.

Ponieważ otwór *o*, ma kształt stożkowaty, tak, że powietrze łatwiej dostaje się w kierunku z dołu do góry, niż odwrotnie, więc znajdzie przechód powietrza z góry na dół pewną trudność, która tem większą będzie, im więcej powietrze jest zgęszone.

Powietrze, ciśnie bowiem na tłok *c*, zesuwa go nieco w dół, przezco znów igiełka *i* wchodząc w otwór *o*, tenże zamyka.

Tłok zesunie się więc w dół, zabierając ze sobą suwaka, zapomocą talerza *n*, i sprowadza go tak nisko, że

komunikacya rury *h* otworzy się z górną połową *A* wnętrza wentyla; podczas gdy rura *r* odciętą zostaje.

Sciśnione powietrze nie ma w takim razie innej drogi, jak tylko ze zbiornika wozowego, przez rurę *z*, górną połowę *A*, przez rurę *h* do cylindra sprawiającego hamowanie.

Chcąc rozhamować, wpuszcza się do wentyla rurą *m* zgęszczone powietrze, które ciśnieniem swem, wyciska tłok *c* w górę i przechodząc zarazem otworami *o* i o^1, do górnej połowy *A*, zbiornik *z* napełnia.

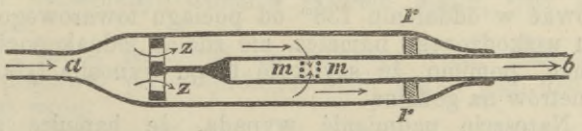
Wysuwający się w górę tłok, posuwa bowiem obręczą swą n^1, suwaka o tyle w górę, że stając w pozycyi uwidocznionej we figurze, odcina komunikacye ze zbiornikiem *z*, sprawiając zarazem komunikacyę z cylindrem *h* i wolną atmosferą *r*.

Nadmienić wypada, że *Westinghouse* ulepszył później swą konstrukcyę o tyle, że hamulec jego, działa także automatycznie, t. j. bez wszelkiej pomocy ze strony hamulczego, lub maszynisty, a to każdą razą, skoro z jakiej bądź przyczyny ciśnienie powietrza w zbiorniku się zmniejszy.

W takim razie rozchodzą się rury, łączące dwa wozy ze sobą, a ruchem rozchodzących się rur, zamykają się zarazem rury od powietrza otaczającego.

Myśl odpowiedniej konstrukcyi zasługuje z powodu oryginalności na uwagę, a figura 40, bliżej ją określa. Powietrze, znajdujące się w rurze *a* dostaje się tem sposobem do rury *b*, że przechodzi przez otwory zasówki *z*, a później przez dziurki *m* wywiercone w powierzchni rury *b*.

Fig. 40.



Gdy rury się rozsuną, uderzy zasówka *z*, o talerz *r*, przezco dziurki *mm*, staną po za talerzem *r* tak, że powietrze do nich więcej dostać się już nie może.

Gdy pociąg się rozerwie, pozostanie w jednej połowie rozdzielonego pociągu zbiornik centralny, w połączeniu z pewną ilością cylindrów, podczas gdy w drugiej połowie pociągu, wszystkie zbiorniki wozowe ze sobą zostaną złączone.

Przez to, że zerwaniem się rur komunikacyjnych, uszło na zewnątrz nieco powietrza, zmniejszyć się musi ciśnienie zgęszczonego powietrza, tak w jednej, jakoteż i w drugiej połowie pociągu.

Różnica w ciśnieniu, wynosząc kilogram na centimetr kwadratowy ściany, a więc jedną atmosferę, wystarcza zaś zupełnie do zahamowania całego pociągu.

Ponieważ z każdym spadem ciśnienia, akcya hamowania się rozpoczyna, więc też obydwie części rozerwanego pociągu, hamować się będą.

Hamulce systemu *Westinghouse*, rozpowszechnione są w Ameryce bardzo, jak to już z tego wnosić można, że w roku 1875, znajdowało się ich tam 3000 przy lokomotywach, 10000 zaś przy wozach.

U nas w Europie, hamulce tego systemu nie są prawie znane, albowiem dwie tylko koleje należące do związku, posiadały w roku 1878 hamulce takie.

Przyczynę tego zjawiska, szukać należy w komplikacyi konstrukcyi wentyla, jakoteż w trudności utrzymania go, w dobrym stanie.

A że nawet małe zanieczyszczenie wentylu sprawia, że hamulec działać przestaje, świadczy nam katastrofa jaka się wydarzyła na dniu 25 września 1878 na angielskiej kolei *Midland* w stacyi *Whitchall.*

Przez stacyę tę miał przejechać pociąg pospieszny, zaopatrzony w hamulec systemu *Westinghouse*, podczas gdy pociąg ciężarowy, idący na przeciw, miał się w stacyi zatrzymać. Przez niezrozumienie sygnału wjechał pociąg pospieszny na pociąg towarowy, a śledztwo wykazało, że wentyl hamulca *Westinghouse* zanieczyszczony był kurzem.

Maszynista pociągu pospiesznego, począł pociąg swój hamować w oddaleniu 138^m od pociągu towarowego, z powodu uszkodzonego hamulca, nie zdołał jednak pociągu zatrzymać, pomimo, że szybkość biegu wynosiła tylko 24·14 kilometrów na godzinę.

Nareszcie nadmienić wypada, że hamulce systemu *Westinghouse* nie dają się dobrze używać do *regulowania* chyżości, pomimo że operacya podobna należy do ważniejszych zadań hamulczego.

Regulacya chyżości odbywa się, używając mniejszego lub większego nacisku na tłoczki przylegające do obwodu kół, a ciśnienie to, zawisło od stopnia zgęszczenia powietrza zawartego w cylindrze.

Hamulec systemu *Westinghouse* nie posiada jednak przyrządu umożliwiającego *stopiowanie* w gęstości powie-

trza, i dla tego też służyć może tylko do spiesznego *zatrzymywania*, nidgy zaś do *regulowania* jazdy.

Nie zapominać trzeba, że skoro wentyl raz się otworzy, pociąg bez hamulców zostaje, tak więc, że w takich razach spuszczać się trzeba li tylko na hamulce ręczne.

25.

Hamulce pneumatyczne, działające ciśnieniem, próżnię otaczającego powietrza.

Wspomniano już w poprzednim paragrafie, że używając do hamowania siły zgęszczonego powietrza, sprawia regulacya nacisku na tłoczki, pewne trudności, które to trudności zupełnie odpadają, używając do hamowania ciśnienia próżnię otaczającego powietrza.

Pierwszą myśl, użycia do hamowania wozów ciśnienia powietrza, otaczającego próżnię, powziął franauz *Andraut* jeszcze w roku 1854, myśl ta nie zostawszy w życie wprowadzoną, poszła jednak w zapomnienie.

W roku 1860 pojawiają się na nowo hamulce polegające na tej samej myśli, konstruktorami ich, byli inżynierowie *Dutramblai* i *Martin*. Hamulce te posiadały jednak braki, których nawet znakomite poprawki anglika *Kendall* z roku 1864, usunąć nie zdołały, dopiero hamulce amerykanina *Smith*, wprowadzone w użycie w roku 1872, zaradzając usterkom dawniejszych konstrukcyj, uwagę techników na siebie zwróciły.

Myśl konstrukcyi hamulca systemu Smith, jest zaś następująca:

Pod podłogą hamować się mającego wozu, osadzono cylinder pionowo, przytwierdzając stale górne jego denko do podłogi wozu.

W cylindrze znajduje się tłok, który się przesuwać daje w kierunku pionowym z dołu do góry i na odwrót. Trzon tego tłoka połączono zapomocą stosownie ustawionych drążków w ten sposób z tłoczkami przylegać mającemi do obwodu kół wozowych, że skoro tłok posuwa się w górę, koła się hamują, ruch zaś odwrotny, do rozhamowonia służy.

Ruch tłoka uskutecznia Smith zapomocą ciśnienia powietrza otaczającego cylinder. Wypompuje się bowiem powietrze z górnej części cylindra, tj. z części znajdującej się

między tłokiem, a górnem denkiem cylindra, podczas gdy do dolnej jego części, powietrze ma dostęp wolny, to tłok posunąć się musi w górę, albowiem podlega parciu, próżnię otaczającego powietrza.

Wpuści się zaś powietrze do górnej części cylindra, to panować będzie po obydwóch stronach tłoka jednakowe ciśnienie, a mianowicie ciśnienie wolnego powietrza, przez co tłok, podlegając własnemu ciężarowi, w dół się zesunie.

Zamiast metalowego cylindra, przytwierdza *Smith* do podłogi hamować się mającego wozu, cylinder wyrobiony z *kauczuku*. Aby otaczające powietrze cylinder taki nie zgniatało, skoro z jego wnętrza powietrze się wypompuje, osadza on w jego wnętrzu zwój spiralny, w ten sposób, że tenże ściskać i wydłużać się może.

Wypompuje się powietrze z takiego cylindra, to otaczające go powietrze, nie sprawi żadnej innej deformacyi, jak tylko, że cylinder się skurczy, gdyż zwój spiralny się zesunie, wpuści się zaś powietrze do wnętrza cylindra, to sprężyny, wydłużą się skutkiem własnego ciężaru, przez co i cylinder do dawnej formy wróci.

Smith nie umieszcza w cylindrach swych wcale żadnych tłoków, dolne bowiem denko cylindra, będąc wyrobione ze żelaza, tłok ze wszech miar i daleko lepiej zastąpić może.

Chcąc więc hamować, nie potrzeba nic więcej, jak tylko wypompować powietrze z wnętrza cylindra kauczukowego, *mieszkiem* zwanego. Powietrze otaczające mieszek, zesuwa go na podobieństwo harmonijki, przez co dolne jego denko posuwa się w górę, który to ruch, jak już wspomniano, hamowanie sprawia. Chcąc zaś rozhamować, wpuszczać trzeba do mieszka powietrze. Skutkiem własnego ciężaru dolnego denka, jakoteż wskutek nacisku zwoju sprężynowego, mieszek się rozsuwa, który to ruch do rozhamowania służy.

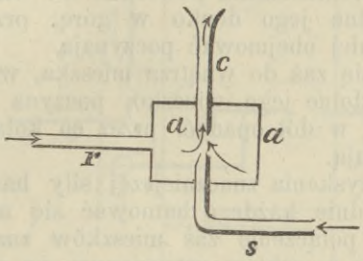
Do pompowania powietrza, nie używa Smith pompy, bo pompa potrzebuje do uruchomienia dłuższego czasu, skutkiem czego, hamulce takie, żadną miarą spiesznie działać by nie mogły.

W miejsce pompy używa on, tak zwanych *eżektorów*, czyli *ssączków*, których działanie w następującej myśli polega:

Szematycznie rysowana figura 41 niechaj przedstawia ssączek. Do naczynia *aa* wchodzi para rurą *r*, rozszerzając się tam, wychodzi lijkiem *c*, chyżością odpowiadającą jej prężeniu.

Uchodząca para porywając ze sobą powietrze, znajdujące się w rurce *s*, wytwarza w niej niejako próżnię, do której otaczające powietrze tem silniej ciśnie, im spieszniej para lijkiem uchodzi.

Fig. 41.



Rurkę *s* połączono z górną połową mieszka, czem sprawiono, że skoro para dostanie się do ssączka, a ztamtąd lijkiem na zewnątrz uchodzić pocznie, powietrze z mieszka uchodzić będzie.

Widzimy więc, że łącząc rurę *r* z kotłem lokomotywy w którym się wywięzuje para, rurkę *s* zaś, z górną połową mieszka, hamowanie wozu zaraz się rozpoczyna, skoro tylko para ze ssączka uchodzić będzie.

Fig. 42.

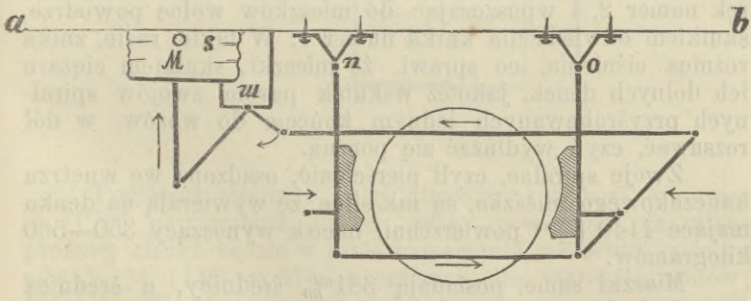


Figura 42 uzmysłowia opisaną myśl hamowania. Punkta *m*, *n*, i *o*, są punktami stałemi, połączonemi stósownie z dnem wozu *a b*. *M*, przedstawia mieszek kauczukowy,

którego górne denko, przytwierdzono stale do podłogi wozu, dolne zaś z tłoczkiem złączono. Tłoczki przymocowano do sztabek zawieszonych wolno na dźwigarze wozu. Połączenie zaś denka i tłoczka sprawiono za pomocą dźwigni obracającej się w około nieruchomego punktu *m*. Tym sposobem sprawiono, że tłoczki odbywać mogą ruchy wachadłowe w płaszczyźnie papieru, z lewej na prawo i odwrotnie.

W chwili rozrzedzenia powietrza we wnętrzu mieszka, posuwa się dolne jego denko w górę, przez co tłoczki obwód koła silniej obejmować poczynają.

Dostanie się zaś do wnętrza mieszka, wolne powietrze otworem *s*, to dolne jego wieczko, poczyna skutkiem nacisku pierścieni, w dół opadać, przez co koła rozhamowywać się poczynają.

W celu uzyskania znaczniejszej siły hamowania, osadza *Smith* na dnie każdego hamować się mającego wozu do 2 mieszki, połączenie zaś mieszków znajdujących się przy pociągu, ze ssączkiem ustawionym na maszynie, uwidocznia figura 43.

Para wywiązująca się w kotle lokomotywy, dostaje się rurą *a*, do ssączka *s*, skoro kurek numer 2 jest otwartym, i poczyna ssać powietrze nie tylko we wszystkich mieszkach *m*, *m*, *m*.... lecz także i w rurach *r*, *r*, *r*,....*c*, gdyż kurek numer 1. w takim razie zamkniętym być musi.

Skutkiem tego będzie powietrze we wnętrzu mieszków rzadsze, aniżeli powietrze, otaczające mieszki, różnica w ciśnieniu, uruchomi zaś dolne denka mieszków przez co wozy się zahamują.

Chcąc rozhamować, odcina maszynista dalszy dopływ pary do ssączka ustawionego na maszynie, zamykając kurek numer 2, i wpuszczając do mieszków wolne powietrze, skutkiem odwiedzenia kurka numer 1. W takim razie, znika różnica ciśnienia, co sprawi, że mieszki, skutkiem ciężaru ich dolnych denek, jakoteż wskutek parcia zwojów spiralnych przyśrubowanych jednym końcem do wozów, w dół rozsuwać, czyli wydłużać się poczną.

Zwoje spiralne, czyli pierścienie, osadzone we wnętrzu kauczukowego mieszka, są tak silne, że wywierają na denko mające 1140 $\square^{cm}$ powierzchni, nacisk wynoszący 350—500 kilogramów.

Mieszki same, posiadają $381^{m}/_{m}$ średnicy, a średnica rur przewodowych, wynosi $38^{m}/_{m}$.

Sączkami nie można jednak wyssać powietrze do szczętu, można go tylko rozrzedzić do pewnego stopnia, ssączki używane przez Smitha, rozrzedzają powietrze do $^{1}/_{2}$

pierwotnej gęstości, tak więc, że otaczające powietrze nie ciśnie na denko mieszka siłą jednej atmosfery lecz tylko siłą $^1/_2$ atmosfery, czasami nieco silniej.

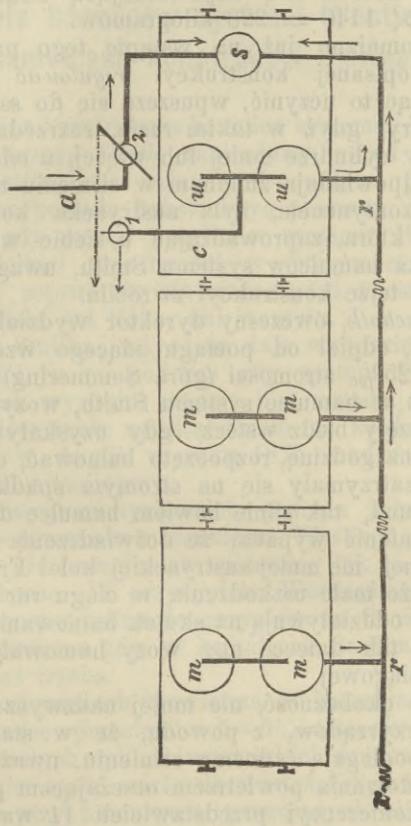


Fig. 43.

Ponieważ ciśnienie całej atmosfery, wynosi kilogram na $\square^{cm}$ powierzchni denka, więc powietrze otaczające próżnię, cisnąć będzie w razie hamowania, na denko mieszka siłą $^1/_2 \times 1140 = 570$, a czasami siłą 600 kilogramów; którą to siłę użyć mamy na cele hamowania, przenosząc ją odpowiednio na tłoczki przylegające do obwodu hamować się mających kół.

Pomimo, że ssączek działa daleko spieszniej od pompy, przecież nie rozrzedza powietrza już w pierwszej chwili

swego działania, doświadczenie jednak uczy, że czas w którym rozrzedzenie powietrza spada do $^1/_2$ atmosfery, nader jest krótki, albowiem już po upływie 15 sekund, spada ciśnienie do $^1/_5$ atmosfery, w której to chwili hamulce wywarły na tłoczek siłę odpowiadającą ciśnieniu, wynoszącemu $^1/_5 \times 1140 = 228$ kilogramów.

Wspomniano już na wstępie tego paragrafu, że hamulcami opisanej konstrukcyi *regulować* można chyżość jazdy, chcąc to uczynić, wpuszcza się do ssączka mniej lub więcej pary, gdyż w takim razie, rozrzedza się powietrze zawarte w cylindrze mniej lub więcej, a odcienie w rozrzedzeniu, odpowiadają zmianom w ciśnieniu na denka.

Na kontynencie, była austryacka kolej południowa pierwszą, która, zaprowadzając u siebie w roku 1876 dla próby kilka hamulców systemu Smith, uwagę techników na doniosłość tejże konstrukcyi zwróciła.

Gottschalk, ówczesny dyrektor wydziału maszynowego tejże kolei, odpiął od pociągu idącego wzdłuż wzniesienia mającego 25$^0/_{00}$ stromości (góra Semmering) 5 wozów, zaopatrzonych w hamulce systemu Smith, wozy odpięte od pociągu, poczęły biedz wstecz, gdy uzyskały chyżość 80 kilometrów na godzinę, rozpoczęto hamować, czem sprawiono, że wozy zatrzymały się na stromym spadku, już po upływie 5 sekund, tak silnie bowiem hamulce działały.

Nadmienić wypada, że doświadczenia francuskiej kolei północnej, nie mniej austryackiej kolei Franciszka-Józefa, pouczyły, że małe uszkodzenia w ciągu rur przewodowych, mało tylko oddziaływują na skutek hamowania, nigdy zaś nie wpływają tak dalece, aby wozy hamowały się mimo woli służby pociągowej.

Tę to okoliczność, nie mniej nadzwyczaj małe zużywanie się przyrządów, z powodu, że w stanie normalnym, rury nie podlegają żadnemu ciśnieniu, uważać wypada jako zaletę, hamowania powietrzem otaczającem próżnię.

Na konferencyi przedstawicieli 11 ważniejszych dróg żelaznych, odbytej w *Londynie* w kwietniu 1881, oddano też hamulcom tem, pierwszeństwo przed hamulcami działającemi ciśnieniem zgęszczonego powietrza.

Hamulce inżyniera *Sander* należą również do kategoryi hamulców działających ciśnieniem, próżnię otaczającego powietrza. Ponieważ nam chodzi o zaznaczenie zasady działania, nie zaś o szczegółowy opis rozmaitych konstrukcyj, więc hamulców tych, opisywać nie będę.

26.

Porównanie hamulców systemu Westinghouse z hamulcami konstrukcyi Smitha.

Porównując konstrukcye hamulca systemu *Westinghouse* z hamulcem systemu *Smith*, zauważamy przed wszystkiem, że hamulec Westinghouse nieco jest zawiłym, podczas gdy hamulec Smitha posiada konstrukcyę prostszą.

Podczas gdy wentyl i cylinder systemu Westinghouse wymagają wielkiej staranności w utrzymaniu, hamulec Smitha prawie zepsuć się nie może; gdyż mieszek systemu Smith nie posiada ani tłoka, ani wentyla.

Hamulec Smitha, użyć się daje wybornie do regulowania szybkości jazdy, podczas gdy system Westinghouse zalety tej w tak wysokim stopniu nie posiada.

Z powodów tych, uzyskał Smith na konkursie hamulców, odbytem w Anglii w roku 1875, nadgrodę, wyznaczoną za hamulec najlepszy.

Pomimo wygłoszonych zalet, posiada jednak hamulec Schmitha w porównaniu z hamulcem Westinghouse, tę niedogodność, że nie hamuje tak spiesznie, jak to czyni przyrząd Westinghouse. W przyrządzie Westinghouse, znajduje się bowiem siła potrzebna do przyciskania tłoczków zawsze *w pogotowiu*, podczas gdy w hamulcach Smitha, siłę tę dopiero *wytwarzać* trzeba.

Znaczne zgęszczenie powietrza w hamulcach Westinghouse, wynoszące przeciętnie 5—$5^1/_3$ atmosfer, umożliwia zastosowanie małych cylindrów i wązkich rur przewodowych. Gdyby ciśnienie spaść miało do wartości $^3/_4$ atmosfery, jak to ma miejsce przy hamulcach, pracujących ciśnieniem otaczającego powietrza, zwiększyć by trzeba cylindry, przynajmniej 6 razy. Zauważać należy, że zmniejszenie ciśnienia o drobnostkę, np. o 20%, umożliwia już działanie hamulców w całej pełni ich siły; liter powietrza uchodzący w każdym wozie, wystarcza już, aby hamulce działać poczęły, a wypuszczenie litry powietrza, wymaga czasu $1^1/_4$ sekundy.

Hamując przyrządem Smith, uchodzi pewien czas, zanim hamulce działać rozpoczynają, podczas gdy, używając systemu Westinghouse hamulce wchodzą w akcye, prawie w tej samej chwili w której hamować rozpoczęto.

Starannie przeprowadzone doświadczenia, pouczyły, że po uruchomieniu ssączka, upływa przeciętnie 9 sekund, nim się zahamuje pierwszy, 16 zaś sekund, nim się zahamuje wóz drugi.

Używając zaś hamulca systemu Westinghouse, upływa przeciętnie $^3/_4$ sekund, zanim się zahamuje wóz pierwszy, 3 sekund zaś, zanim się zahamuje wóz drugi, tak więc, że hamulce systemu Westinghouse, hamują 9 razy spieszniej, od hamulców systemu Smith.

Jak nagle zaś maleje chyżość jazdy po rozpoczęciu hamowania, wykazują doświadczenia, przeprowadzone w roku 1876 na kolei *North-Britsch*, w celu porównania hamulców obu konstrukcyj. Wynik tych doświadczeń, zawiera następująca tabelka:

System hamulca	W chwili rozpoczęcia hamowania, biegł pociąg szybkością.			
	48 3		57	87
	kilometrów na godzinę. Po przebyciu drogi wynoszącej:			
	30	90	150	275
	metrów, spada chyżość biegu, do wartości, kilometrów na godzinę			
Westinghouse ...	45·3	13·0	16·5	11·25
Smith	48·3	23·15	32·5	61·5

Z której to tabelki, powziąść można, że po przebyciu 30 metrowej drogi od chwili rozpoczęcia hamowania, spada początkowa chyżość biegu, hamując przyrządem Westinghouse już do wartości 45.3 kilometrów, podczas gdy hamulce konstrukcyi Smitha, wcale jeszcze działać nie poczęły.

Hamulce Westinghousa, wykonały więc:

$$100 - \frac{45{\cdot}3}{48{\cdot}3}\,100 = 5\%$$

całej swej pracy, tj. pracy zniweczenia chyżości 48·3 kilom., podczas gdy hamulce Smitha działania swego, jeszcze nie rozpoczęły.

Zestawiając w podobny sposób pracę hamulców, tj. wyrażając ich działalność w procentach całkowitej pracy, otrzymujemy następującą tabliczkę:

System hamulca	jadąc chyżością			
	48·3		57	87
	kilometrów na godzinę, wykonują hamulce po przebyciu drogi			
	30	90	150	275
	metrów, pracę wynoszącą całkowitej pracy... procent			
Westinghouse ...	5	73	71	88
Smith	—	51	43	30

Z tego zestawienia widzimy, że po przebyciu drogi 275 metrów od chwili rozpoczęcia hamowania, wykonały hamulce systemu Westinghouse 88% całkowitej swej pracy, tj. pracy potrzebnej do zatrzymania pociągu, podczas gdy hamulce systemu Smith tylko 30% tejże pracy wykonały.

Próby te wykazały zarazem, że pociąg biegnący chyżością $22{\cdot}3^{m}$ na sekundę ($80^1/_2$ kilometrów na godzinę) zatrzymać zdołano hamulcami systemu:

Westinghouse na przestrzeni 265
Smith „ „ 430

metrów, podczas gdy używając hamulców ręcznych, ten sam pociąg dopiero na przestrzeni 870 metrów, zatrzymać można.

W nowszym czasie, bo od roku 1878 ulepszył Westinghouse hamulce swe tak dalece, że odpowiadać się zdają wszystkim warunkom, i dlatego też rozpowszechniły się one tak mocno, że kursowało na kolejach ziemi naszej z końcem roku 1881. 9236 maszyn i 41348 wozów, zaopatrzonych w hamulce tegoż systemu. Znachodziło się bowiem:

Kraj	ilość hamulców przy	
	lokomotywach	wozach
Szwecya	1	6
Qeensland	1	11
Austrya	4	32
Indya	6	60
Włochy	11	35
Australia południowa . .	27	18
Holandya	59	208
Niemcy	63	105
Rosya	64	51
Nowa Walya	66	124
Belgia	359	1728
Anglia	1145	8118
Francya	1416	7193
Zjednoczone stany . . .	6014	23659
	9236	41348

27.

Hamulce pneumatyczne, systemu Hardy.

Hardy, inżynier austryackiej kolei południowej, będąc uczestnikiem, a raczej wykonawcą owych prób dyrektora *Gotszalka*, o których wspomniano w §. 25, zauważał wcześnie, że system *Smitha*, pomimo prostoty konstrukcyi, przecież jeszcze uprościć można.

Niczem nie chroniony mieszek kauczukowy, podlegać musi zniszczeniu przedwczesnemu, a złemu zapobiedz można, porzucając myśl mieszka, a osadzając w jego miejscu, na dnie wozu, żelazną *miseczkę*, której wnętrze przegrodzono na dwie części elastyczną, do denek równolegle ułożoną przedziałką.

Ruch tej przedziałki, spowodowany wypompowaniem powietrza z jednej jej strony, jakoteż ciśnieniem wolnego powietrza na drugą jej stronę, użyć zaś można, przenosząc go odpowiednio, na cele hamowania.

Wprowadzając w roku 1876 myśl swą w życie, wrócił *Hardy*, mimo wiedzy, do dawnej już myśli panów Dutramblai i Martin, powziętej jeszcze w roku 1860.

Hardy, dzieli miseczkę swą za pomocą zwykłej skóry na dwie części, jedna z nich, komunikuje ze ssączkiem, druga zaś, z wolnem powietrzem. Stosownie do różnicy ciśnienia na ściany, wychyla sie przedziałka, a ponieważ jest za pomocą drążka z tłoczkami połączoną, więc ruch jej, wyzyskać można na cele hamowania.

Fig. 44.

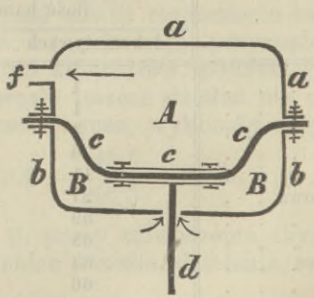


Figura 44 szematyzuje miseczkę pana Hardy, miseczka ta, składa się, jak widzimy, z dwóch odwrotnie ku sobie

zwróconych talerzów *aa* i *bb*, ściskających swemi brzegami, skórzanną przedziałkę *c*.

Przedział *A* pozostaje w połączeniu ze ssączkiem za pomocą rury *f*, przedział *B* zaś, komunikuje z wolnem powietrzem. Skoro ssączek wyssie powietrze z przedziału *A*, wyciśnie otaczające powietrze, skórę *c* w górę, przez co i trzon *d* łączący skórę z tłoczkami, ruch uzyska. W jaki zaś sposób połącza się miseczki ze ssączkiem, uwidocznia figura 45.

Para wytworzona w kotle lokomotywy, wydobywa się rurą *b*, a przechodząc przez kurek *k*, dostaje się do ssączka *s*, z którego uchodzi. Ssączek, wprowadzony tym sposobem w akcyę, wytwarza w rurze *n*, jakoteż we wszystkich miseczkach całego pociągu, próżnię, skutkiem której, podnoszą się w górę przedziałki rozpięte w miseczkach, osadzonych na wozach mających się hamować.

Maszynista, chcąc hamować, odwodzi kurek *k*, (figura 45), obracając przed nim ustawione kółko *a*, chodzi zaś o rozhamowanie, to maszynista przykręca kurek *k*, odwodząc kurek *c*, w którym to razie stworzy się komunikacya z wolnem powietrzem. Ruch zaś tłoczków łatwo się tłómaczy, zważając, że punkt *i* jest punktem nieruchomym.

Do rozrzedzenia powietrza znajdującego się w miseczce w tym stopniu, aby ciśnienie otaczającego powietrza spadło z wartości normalnej 760^{mm}, do wartości 500^{mm}, potrzebuje Hardy, pary, prężącej siłą 6 atmosfer, a próżnia taka, powstaje już po upływie 4 sekund.

W nowszym czasie ulepszył Hardy hamulce swe o tyle, że maszynista widzieć może w każdej chwili, czy i ile ciśnienia posiada, jakoteż, że sprawić może każdej chwili, ciśnienie takie, jakie potrzebuje.

Ulepszenia te, są wielkiej wagi, umożliwiają one bowiem używanie hamulców tego systemu, nietylko do nagłego wstrzymania pociągu w biegu, ale nadto, do regulowania chyżości jazdy, pracują przeto wybornie podczas *szykowania* wozów. Doświadczenie albowiem uczy, że maszyna, zaopatrzona w hamulce Hardyego, szykując wozy na stacyi, wykonać zdoła w ciągu 8 godzin tę samą pracę, do której maszyna nieposiadająca hamulców pneumatycznych, 10 godzin potrzebuje.

Wreszcie nadmienić wypada, że skórzane przedziałki tak są trwałe, że po 4 latach ich zaprowadzenia, nie potrzeba było wymienić ani jednej, pomimo, że maszyny pracowały nietylko w łagodnym klimacie Austryi, ale także pod tropikiem wschodniej Indyi, jakoteż podczas mrozów w Danii i Rossyi, a wozy zaopatrzone w hamulce, często 200.000 kilometrów drogi przebiegały.

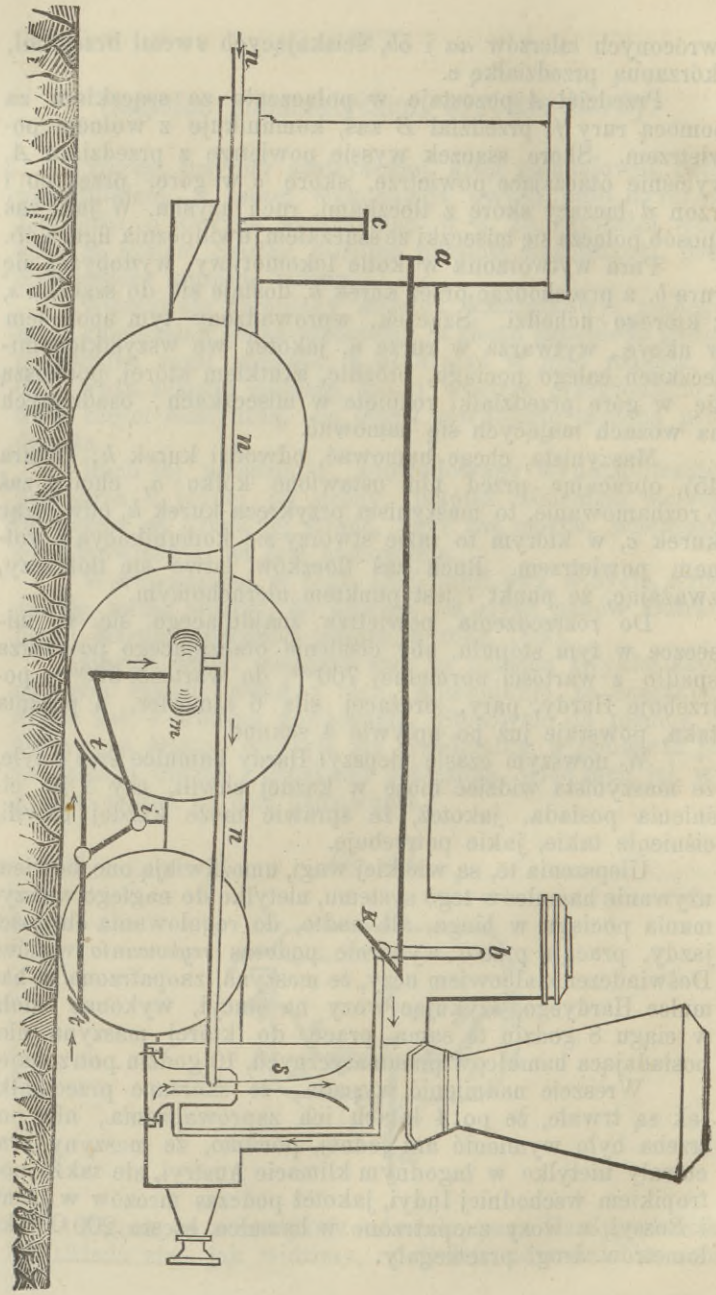


Fig. 45.

Austryacka kolej południowa, zestawiła w roku 1879 na cele tak zwanego ruchu drugorzędnego, pociąg ważący włącznie z ciężarem lokomotywy, 55 tonn, podczas przedstawienia tegoż pociągu, klubowi austryackich urzędników kolejowych; zatrzymano go na dniu 21. lutego 1879, gdy biegł w kierunku spadku 20‰ chyżością 30 kilometrów na godzinę, w przeciągu 18 sekund, na przestrzeni 70 metrów.

Rok przed tem, bo na dniu 17 lipca 1878, urządził ten sam klub urzędników, wycieczkę naukową, na austryacką kolej zachodnią, posługując się na ten cel osobnym pociągiem, zaopatrzonym w hamulce systemu Hardy.

Pociąg ten, złożono z 13 wozów, z których 5 zaopatrzono w hamulce, cały zaś pociąg miał 123^{m} długość i ważył 188 tonn.

Na lokomotywie ustawiono dwie miseczki, mające po 45^{cm} średnicy, przedstawiające całkowity przekrój 3181 □^{cm}, na tenderze, również dwie miseczki mające po 39^{cm} średnicy, przedstawiające razem przekrój 2389 □^{cm}, każdy zaś z wozów, przysposobionych do hamowania, otrzymał tylko po jednej miseczce mającej 39^{cm} średnicy, o 1195 □^{cm} przekroju.

Pociąg ten, biegł rozmaicie szybko, poruszał się tak w spadkach, jakoteż na poziomej, a zatrzymano go zawsze z największą łatwością i pewnością.

Wynik owych prób, zawiera następująca tabliczka:

Spadek ‰	ciśnienie barometru w miseczkach, wynosiło milimetrów		szybkość biegu w chwili rozpoczęcia hamowania w metrach na sekundę	od chwili rozpoczęcia hamowania, aż do chwili zupełnego wstrzymania jazdy		sygnał do hamowania
	na lokom. i tenderze	na wozach		upłynęło sekund	przebiegł pociąg metrów	
10	520	500	16	30	276	spłonka na szynie,
„	—	—	14	24	260	budnik tarczą,
„	520	510	15	31	250	linką z pociągu,
—	500	430	14	25	163	daje maszynista.

Normalne ciśnienie nierozrzedzonego powietrza, równa się ciśnieniu słupa rtęci, mającego wysokość 760$^{m}/_{m}$, a ponieważ podczas prób, ciśnienie wynosiło tylko 500—520$^{m}/_{m}$, więc rozrzedzono powietrze tylko do $\frac{500}{760} = 0{\cdot}6$, a więc nieco więcej niż do połowy naturalnej gęstości.

Miseczki nie pracowały więc siłą całej atmosfery, lecz tylko siłą 0·6 atmosfery, a pracę ich, przenoszono za pomocą dźwigń przy:

lokomotywie	w stosunku	1 : 12·1
tenderze	„ „	1 : 15·0
wozach	„ „	1 : 15·2

sprawiając tym sposobem ciśnienie tłoczków na obwód wszystkich kół:

lokomotywy	23·6 tonn
tendera	22·0 „
jednego wozu	10·0 „

Widzimy, że pociąg biegnący w spadku chyżością 16 metrów na sekundę (59 kilometrów na godzinę) zatrzymano już po upływie $^1/_2$ minuty, czyli 30 sekund, na przestrzeni 276 metrów, co świadczy o wielkiej sile hamowania.

Doświadczenia kapitana *Douglas Galton*, wykonane w październiku 1878 na angielskiej kolei *North Eastern*, celem porównania działania hamulców systemu Hardy z hamulcami systemu Westinghouse, uwidocznione w następującej tabliczce, wykazały przewagę konstrukcyi Hardyego po nad konstrukcyą Westinghousa.

Westinghouse				Hardy			
szybkość jazdy w chwili hamowania	czas po upływie którego pociąg się zatrzymał	przestrzeń jaką pociąg przebiegł po rozpoczęciu hamowania	pochyłość toru	szybkość jazdy w chwili hamowania	czas po upływie którego pociąg się zatrzymał	przestrzeń jaką pociąg przebiegł po rozpoczęciu hamowania	pochyłość toru
kilom. na godzinę	sekund	metrów	‰	kilom. na godzinę	sekund	metrów	‰
57	12·25	120·5	spadek 7	56·3	12·00	112·4	spadek 7
58	12·00	120·5	0	59·5	12·25	120·5	0
58	13·50	136·0	0	58·0	13·00	128	spadek 7
64·4	14·00	145·0	—	62·7	13·50	144·5	spadek 8·5
66	15·00	168·0	spadek 0·8	66	13·75	148·0	spadek 8·4
72·4	15·00	184·5	0	70	14·50	168·0	wznieś. 7·7
80	18·25	241·0	0	80·5	16·50	224·8	0
88·6	20·00	289·0	0	85·3	19·00	281·5	0
90	20·75	305·0	0	89·3	18·75	273·0	0
93·4	22·00	345·5	0	92·6	20·00	325·4	0

Jako zaletę hamulców systemu Hardy, uważać należy: prostotę ich budowy, możebność regulowania nacisku na tłoczki hamulcowe, łatwość manipulacyi hamowania i wykluczenie możebności, aby hamulce samoistnie, a więc bez woli hamującego, wchodziły w akcyę.

Zaletom powyższem, przeciwstawić wypada ujemne strony, któremi są:

Do ciągu rur wkrada się z czasem powietrze, przez co hamulce, nie zużywając się mechanicznie, przecież zwolna

działać przestają, doświadczenie albowiem uczy, że siła ich działania, spadać może z tej przyczyny poniżej połowy początkowej wartości.

Dalej zauważać należy, że ze wszystkich wozów przysposobionych do hamowania, uchodzi powietrze jednym tylko otworem, skutkiem czego wozy wchodzące w skład pociągu, nie hamują się jednocześnie, lecz w miarę uchodzenia powietrza, przez co znów nastąpić mogą łatwo przy pociągach dłuższych, dla podróżnych nieprzyjemne szarpania i szturkania.

Kto jednak doznał, z jaką łatwością jeden człowiek, całym pociągiem kieruje i przytem wie, jak tanio uzyskano, pewność i swobodę panowania nad rozpędzonym pociągiem, ten hamulcom systemu Hardy przyszłości pewnie nie odmówi.

Hamulce systemu Hardy, rozpowszechniły się dosyć znacznie, z końcem roku 1881 biegło bowiem na kolejach austryackich 237 lokomotyw i 1278 wozów, zaopatrzonych w hamulce tegoż systemu, znachodzimy na kolei:

Południowej	71	lokomotyw,	326	wozów
Węgierskiej państwowej .	34	„	290	„
Zachodniej	32	„	222	„
Północnej	26	„	65	„
Karola Ludwika	17	„	84	„
Arcyksięcia Rudolfa . . .	16	„	43	„
Franciszka Józefa	13	„	85	„
Północnej	11	„	96	„
Busztechradzkiej	4	„	36	„
Niższo austr. państwowej.	3	„	26	„
Dux-Bodenbach	3	„	—	„
Vordernberg Erzberg . . .	3	„	—	„
Arcyksięcia Albrechta . .	2	„	—	„
Raab-Ebenfurt	1	„	—	„
Koszyce-Oderberg	1	„	5	„
razem	237	„	1278	„

Hamulce zaś, systemów Smith i Hardy, rozpowszechniły się na 63 kolejach, znachodzimy je bowiem w:

Anglii	na	kolejach	19
Austryi	„	„	15
Niemczech	„	„	10
Francyi	„	„	6
Hiszpanii	„	„	4
Rosyi	„	„	3

podczas, gdy we Włoszech, Belgii, Holandyi, Danii i Turcyi, hamulce tych systemów na jednej tylko z tamtejszych kolei, znaleść można.

28.

Rozmiary mieszków lub miseczek, hamulców działających ciśnieniem, próżnię otaczającego powietrza.

Hamulce działające ciśnieniem powietrza otaczającego próżnię, pracują naciskiem wynoszącym atmosferę, t. j. naciskiem, który na każdy □^{cm} przekroju mieszka lub miseczki, wynosi kilogram.

Nie zawsze jednak, siła ta, na cele hamowania w całości wyzyskać się daje, ssączki nie wytwarzają bowiem nigdy całkowitej próżni, lecz rozrzedzają tylko powietrze do pewnego stopnia, jakoteż zważyć należy, że siła ta, zwalczać ma nie tylko tarcie zwojów spiralnych, lub sztywność skórzanej przedziałki, ale nadto także ich ciężar.

Wobec tego wydawać by się mogło, jakoby hamulce polegające na ciśnieniu powietrza otaczającego próżnię, musiały by być mniej silnemi od hamulców polegających na działaniu powietrza zgęszczonego, zwłaszcza, że siła, którą w hamulcach tego systemu uzyskać można, zależną jest tylko od stopnia zgęszczenia powietrza, wynosić przeto może nie jednę tylko atmosferę, ale nadto dwie lub więcej.

Wiedząc że do hamowania wozu potrzeba takiej siły, która się równa jego ciężarowi (§. 15) zachodzi pytanie, w jaki sposób uzyskać można siłę tak wielką mając do dyspozycyi tylko część ciśnienia jednej atmosfery.

Chcąc rzecz należycie zrozumieć, zważyć trzeba, że skutek hamulców nie zależy tyle od nacisku powietrza na □^{cm} przekroju denka lub przedziałki skórzanej, jak raczej od możności zwiększania, tegoż nacisku, przenosząc go na tłoczki hamulcowe.

Ponieważ całkowity nacisk na denko lub przedziałkę skórzaną, mając ciśnienie powietrza, zależy li tylko od rozmiaru tegoż denka lub tejże przedziałki, więc widzimy, że nadając mieszkowi lub miseczce hamulców działających ciśnieniem, próżnię otaczającego powietrza, należyte rozmiary, sprawić można na tłoczki hamulcowe, (posiadające zawsze jeden i ten sam przekrój, czy się używa do ich przyciskania ciśnienia powietrza zgęszczonego, czyli też ciśnienia powietrza otaczającego próżnię), nacisk dowolnie wielki.

Wynika ztąd, że hamulce działające ciśnieniem powietrza, otaczającego próżnię, potrzebują mieć tylko większe cylindry (mieszki lub miseczki) aby działały tak silnie, jak działają hamulce polegające na ciśnieniu zgęszczanego powietrza.

Rozmiary zaś mieszków lub miseczek, obliczać można jak następuje:

Wykazano (§ 15) że chcąc wóz hamować, sprawić trzeba na tłoczki przylegające do obwodu kół jego, nacisk równający się ciężarowi wozu, waży wóz naładowany 10 tonn, więc też największy nacisk który sprawić trzeba na wszystkie cztery jego koła, nie potrzebuje wynosić więcej jak 10 tonn, czyli 10,000 kilogramów; na parę kół przeto, 5,000 kilogramów.

Przypuszczając, że siła poruszająca mieszek lub miseczkę, przenieść się daje 10 razy na tłoczek hamulcowy, to siła ta, nie potrzebuje już wynosić 5000 kilogramów, lecz może być 10 razy mniejszą, może więc wynosić 500 kilogramów.

Gdyby całą tę siłę użyć było można na cele hamowania, to miseczka musiałaby otrzymać taki przekrój, aby powietrze na nią cisnące sprawiało nacisk 500 kilogramów. Ze względu jednak, że nie cała siła wyzyskać się daje na cele hamowania, gdyż pewna jej część zużywa się na tarcia i t. p., więc nacisk na miseczkę większy być musi o tę część straconą.

Przyjąć można, że wynosi:

tarcie denka w mieszku . . .	25
ciężar denka	25
ciężar zwoju spiralnego . . .	25
wszystkie opory razem . .	75

kilogramów, to wynosić winien nacisk powietrza na denko 500+75=575 kilogramów.

Przypuszczając że ssączki rozrzedzają powietrze do $^1/_3$ naturalnej gęstości, to nacisk powietrza otaczającego przestrzeń tak rozrzedzoną, nie będzie wynosił kilogram, czyli biorąc ściślej 1·0336 (dział lokomotywa § 11) kilogramów na $\square^{cm}$ przekroju denka, lecz tylko $^1/_3 \times 1{\cdot}0336 = 0{\cdot}3445$ kilogramów.

Ponieważ całkowity nacisk na denko, wynosić winien 575 kilogramów, więc denko mieć musi przekroju

$$575:0{\cdot}3445 = 1669\ \square^{cm},$$

któremu to przekrojowi, odpowiada średnica 46^{cm}.

Ponieważ mieszek tych rozmiarów, hamować zdoła tylko 2 koła, wóz zaś spoczywa na czterech, więc chcąc hamować wszystkie 4 koła, osadzić wypada na wozie dwa mieszki, każdy po 46^{cm} średnicy.

29.

Zalety i ujemne strony hamulców pneumatycznych, jakoteż ich rozpowszechnienie.

Hamulce pneumatyczne są tak wielkiej doniosłości, że szczegółowy opis ich zalet jakoteż i stron ujemnych, na miejscu będzie.

Jako *zalety* hamulców pneumatycznych uważać należy:

1. Wprowadzają one w akcyę *powietrze,* a więc medium elastyczne, wszędzie i zawsze poddostatkiem będące, którego siłę działania, dowolnie regulować można.
2. Działają bardzo śpiesznie, co w razie wypadków wielce jest pożądane.
3. Manipulacya hamowania jest możebnie najprostszą.
4. Tłoczki hamulcowe, przylegają jednako silnie do obwodu kół, przez co koła nietylko mniej się niszczą, ale wstrząśnienia podczas jazdy spadają do możebnego minimum.

Ujemne strony hamowania pneumatycznego, są zaś następujące:

1. Spadnie ciśnienie pary podczas jazdy w chwili hamowania, przypadkowo tak nizko, że ssączek działać przestaje, to w chwilach takich, maszynista niema już sposobu do hamowania.
2. W chwili nagłego zatrzymania ruchu, prą ciała nie połączone stale z lokomotywą, prawem bezwładności w kierunku ruchu pociągu. Woda w lokomotywie, podlegając tej konieczności, gromadząc się na czole kotła, odkrywa wierzchnią jego ścianę, a czasem i boki paleniska. Obnażona ściana, rozgrzewając się do żaru, styka się bezpośrednio z wracającą wodą, co spowodować może uszkodzenie kotła.
3. Nie zaopatrzono wszystkich wozów wchodzących w skład pociągu w hamulce, to stać się może, że w razie

nagłego wstrzymania wozów hamowanych, wozy wolne od hamulców, posuną spiesznie na wozy wstrzymane, skutkiem czego uszkodzić się mogą.

4. Transportując maszyny nie ogrzane, hamować ich nie można.

Co się tyczy rozpowszechnienia hamulców pneumatycznych, zawiera następująca tabelka odnośne daty:

Z końcem roku 1880, znachodziło się hamulców pneumatycznych				
KRAJ	system hamulca			
	Westinghouse		Hardy	
	lokomotyw	wozów	lokomotyw	wozów
	sztuk			
Anglia	690	4068		
Francya.	878	5609		
Belgia	236	1241		
Niemcy	63	105		
Rossya	61	51		
Holandya	34	169		
Włochy	2	6		
Szwecya	1	6		
Indya.	6	60		
Walia	62	124		
Australia połud.	23	18		
Kinslandya	1	11		
Zjednoczone Stany Amer.	2431	8024		
Angielskie kolonie . . .	2478	8866		
Razem . .	6966	28358	1200	5500

Na kolejach całej ziemi miano więc z końcem roku 1880 hamulców pneumatycznych przy:

lokomotywach . . 8166 } sztuk.
wozach . . . . . 33858 }

Co się zaś tyczy kosztów urządzenia całego pociągu, powziąć je można z następującego zestawienia:

Przyrządy do hamowania pociągu osobowego składającego się z lokomotywy, tenderu, jednego wozu pakunkowego i 6 wozów osobowych, z których cztery nie posiadają wcale żadnych hamulców.

Urządzenie	system									
	Westinghouse		Smith		Hardy		Heberlein		Becker	
	ciężar kilogr.	koszta gulden.	ciężar kilogr.	koszta gulden.	ciężar kilogr.	koszta gulden.	ciężar kilogr.	koszta gulden.	ciężar kilogr.	koszta gulden.
lokomotywy i jej tendera	1129·5	1181·00	1379·0	1164·25	515	1100	770·0	722·0	323·0	250·0
wozu pakunkowego	224·0	337·75	253·0	233·75	85	155	—	—	284·0	177·0
2 wozów pakunkowych zaopatrzonych w hamulce	495·0	676·00	527·0	473·00	170	310	679·0	506·25	568·0	354·0
4 wozów nie mających hamulców .	124·0	100·00	360·0	292·00	280	220	—	—	188·0	136·0
2 wozów pośredniczych	—	—	—	—	—	—	623·0	240·0	—	—
razem	1992·5	2294·75	2519·0	2163·0	1050	1785	2072·0	1468·25	1363·0	917·0

Najważniejszą przeszkodą rozpowszechniania się hamulców pneumatycznych, zdaje się być ta okoliczność, że nie wszystkie koleje zaprowadzać mogą równocześnie nowy ten system, co sprawia, że przejście wozów urządzonych pneumatycznie, na koleje nie mające przyrządów podobnych, natrafia na pewne trudności.

Wartość hamulców pneumatycznych, podniosłaby się znacznie, gdyby hamulce takie, oprócz już wymienionych, posiadały jeszcze następujące zalety:

1). Ażeby je używać można tak dobrze do pociągów ciężarowych, przy których wozy ciągle się zmieniają, jak do pociągów osobowych, nie zmieniających składu swych wozów podczas jazdy.

2). Gdyby siłę hamowania nie zależną zrobić było można od lokomotywy.

3). Ażeby hamować było można, nie tylko cały pociąg na raz, ale nadto każdy wóz z osobna, lub też dowolną gromadkę wozów.

Przechodząc uważnie zasady pneumatycznego hamowania, nasuwa się myśl, dla czego właściwie nie używamy wysoko-prężnej pary, *wprost* do sprawienia nacisku na tłoczki przylegające do obwodu kół, lecz nacisk ten sprawiamy w drodze *pośredniczej*, zgęszczając powietrze, lub go rozrzedzając.

Hrabia *Czernin*, który uczynił powyższą objekcyę, zapytuje się, czy też nie jest daleko prościej, użyć siłę wysoko-prężnej pary wprost do hamowania, zamiast wytwarzać za jej pomocą inną siłę, którą na ten cel używamy?

Czyniąc to, zyskanoby podwójnie (twierdzi *Czernin*) po pierwsze, mechanizm hamowniczy uprościł by się znacznie; po drugie, uzyskać by można w takim razie daleko lepszy skutek hamowania, gdyż siła pary, użytą by była wprost na cele sprawiania nacisku na tłoczki hamulcowe.

Ponieważ hamulców systemu Czernin dotychczas (1880) jeszcze nie zbudowano, więc zadawalniam się nawiasowem wspomnieniem, nadmieniając, że skraplanie się pary, a więc znaczny jej konsum, budowie hamulców takich, łatwo stanąć może na zawadzie.

30.

Hamulce działające automatycznie.

W ruchu kolejowym przychodzą chwile, w którychby sobie życzyć można, aby pociąg bez przyczynienia się

służby kolejowej, w biegu swym się zatrzymywał. Przerwie się np. spinka, sprzęgająca ze sobą wozy wchodzące w skład pociągu idącego w górę, to wozy oderwane od maszyny, staczać się poczną w kierunku wstecznym, w takiej chwili, byłoby rzeczą wielce pożądaną, aby hamulce wchodzić mogły w akcye, bez przyczynienia się służby pociągowej. W takim razie uchylić by można niebezpieczeństwo jeszcze na czas, gdyż hamowanie pociągu nie zależałoby już więcej od przytomności i zwinności hamulczego.

Hamulce wchodzące w akcyę bez przyczynienia się hamulczego, otrzymały nazwę hamulców *automatycznych*, myśl ich budowy polega zaś na tem, że do przyciskania tłoczków hamulcowych używa się ruch składowych części pociągu powstający w chwili, w której hamowanie mogłoby być pożądane.

Ruchy takie są:
Zejście się ze sobą buforów
Zwolnienie naprężenia w sprzęgłach.
Rozerwanie się sprzęgła.

Do szeregu hamulców wyzyskujących podobne ruchy na cele hamowania, zaliczyć trzeba konstrukcye inżynierów *Stefenson*, *Brunell*, *Riener*, *Guerin* i innych.

Hamulce *Rienera*, generalnego inspektora austryackich kolei, któremi przeprowadzano na kolei południowej w roku 1854 odpowiednie próby, funkcyonować miały odpowiednio.

Ze względu jednak na to, że hamowanie pociągu nie zawsze jest pożądane w chwilach, w których zderzaki ze sobą się schodzą, lub sprzęgła prężność swą zwalniają, że przyrządy będące rzadko w używaniu, łatwo zawodzą, a służba kolejowa, spuszczając się na nie, powinność swą łatwo zaniedbuje, a nakoniec, że hamulce poczynały czasami wozy hamować, w chwilach, w których hamowanie wcale na miejscu nie było, co sprawiało że sprzęgła się zrywały, nie doznały hamulce automatyczne wielkiego wzięcia.

Że automatyczne hamowanie się pociągu, stać się może przyczyną nieszczęścia, świadczy nam wypadek, jaki się wydarzył na angielskiej kolei *Midland* na dniu 19 sierpnia 1880.

Pociąg gończy, wyszedłszy z Manchestru, stanął nagle w tunelu *Blea-Moor*, z powodu tego, że automatyczne hamulce systemu Westinghouse, wchodząc samoczynnie w akcyę, wozy zahamowały. Zanim jeszcze rozhamować zdołano, najechał już pośpieszny pociąg *Pulmana*, jadący z Londynu, gdyż podług planu jazdy, pociąg gończy powinien był tunel opuścić już przed kwadransem.

Mając w pamięci to co powiedziano, jakoteż trudność regulowania siły hamowniczej, a więc trudność używania hamulców automatycznych, do regulowania jazdy w spadkach, dalej mocne zużywanie się przyrządów z powodu ustawicznego nacisku, oświadczyło się 11 przedstawicieli angielskich kolei, obecnych na ankiecie kolejowej, zwołanej w roku 1881 w Londynie, *przeciw* hamulcom działającym automatycznie.

Zaznaczyć jednak wypada, że pomimo to znajdowało się z końcem roku 1880, na kolejach ziemi naszej, pneumatycznych hamulców:

działających	osadzonych na	
	lokomotywach	wozach
automatycznie	4488	19492
nie automatycznie	3678	14366
razem	8166	33858

31.

Doświadczenia porównawcze, tyczące się hamowania wozów.

Skuteczność hamowania zależy nie tylko od siły jaką tłoczki przylegają do obwodu hamować się mającego koła, ale nadto także od spieszności, którą hamulec działać poczyna. Jeden hamulec wchodzi w akcyę już w bardzo krótkim czasie po rozpoczęciu hamowania, drugi zaś, potrzebuje znaczniejszego czasu nim siłę swą rozwinie. Pociągi, biegnące w chwili rozpoczęcia hamowania jednako spiesznie, utracać będą skutkiem tego, chyżość swą, w czasach niejednakowych. Widzimy więc, że oznaką dobroci hamulca, wcale nie jest siła hamowania, lecz że i śpieszność hamowania w rachubę wchodzić winna.

Najdawniejsze doświadczenia jakie urządzano w celu oceny dobroci hamulców, zdają się być te, które przeprowadzono

w Anglii w roku 1853, przy okazyi wypróbowania hamulca systemu *Nevall*. Próby te, aczkolwiek dzisiaj przestarzałe, posiadają jednak historyczną wartość, *Trevethik* bowiem, — twórca lokomocyi, — był ich uczestnikiem. Celem przeprowadzenia doświadczeń, puszczano pociąg, składający się z 10 wozów, z których 6 zaopatrzono w hamulce systemu Nevall'a i mierzono przestrzeń na którą pociąg hamulcami wstrzymywać zdołano.

Następujące zestawienie, obejmuje wyniki owych doświadczeń:

spadek ‰	chyżość biegu, w chwili rozpoczęcia hamowania, w metrach na sekundę	przestrzeń na którą pociąg zatrzymano, w metrach
26·3	17·7	400
25·0	21·3	338
1·9	17·0	198
0	21·3	156
0	17·7	125
0	17·7	91

Posługując się zaś hamulcami ręcznemi, zatrzymać było można pociąg biegnący na spadku 26·3 ‰, chyżością 17·7 metrów, już nie na 400^m, lecz dopiero na przestrzeni 783^m.

W Ameryce przeprowadzono w roku 1873 szereg doświadczeń tyczących się działania hamulców systemu Westinghouse, następująca tabliczka zawiera niektóre z nich.

Spadek ‰	chyżość jazdy w chwili rozpoczęcia hamowania w metrach na sekundę	przestrzeń na której pociąg zatrzymano, w metrach	czas leżący między chwilą dania sygnału, a chwilą w której pociąg stanął, w sekundach
0	22·2	240·2	19
5	25·6	251·2	23
7·6	22·2	243·8	20
15	26·6	280·3	23

Doświadczenia, które w roku 1876 urządził dyrektor *Gotschalk*, na austryackiej kolei południowej hamulcami sy-

stemu *Smith* zasługują również na uwagę. Tutaj obserwowano bieg pociągu składającego się z 14 wozów, z których 10 zaopatrzono w hamulce, wynik zaś tych prób, zawiera następująca tabliczka:

Spadek	szybkość biegu w chwili rozpoczęcia hamowania, w metrach na sekundę	przestrzeń za którą pociąg zatrzymano w metrach
2·5	23·3	370
2·5	20·0	350
3·1	16·1	326
20 0	11·1	200

Więcej pouczające, aniżeli doświadczenia, powyżej wspomniane, są próby konkursowe przeprowadzone w roku 1875, na angielskiej kolei *Midland*, mające na celu wybrać ze szeregu rozmaitych hamulców, konstrukcye najlepsze.

Wspomniane doświadczenia odbywały się wobec osobno na ten cel wysadzonej komisyi pod przewodnictwem słynnego inżyniera *Woods*, któremu ze strony ministerstwa wojny (War office) dodano pułkownika *Inglis*.

Pułkownikowi asystowali oficerowie *Scott i Sankey*, którzy znów nadzór mieli nad oddziałem saperów, mających zadanie, mierzyć przestrzeń, czas, i prowadzenia zapisków. Doświadczenia przeprowadzono w czasie od 9. aż do 16. czerwca 1875, na torach znajdujących się między stacyami *Thurgarton i Newark*, nie mających mocnych skrętów, a leżących przeważnie poziomo.

Próby zaś, odbywały się w ten sposób, że każden z pociągów konkursowych, dostawionych ze strony rozmaitych kolei, przebiedz musiał pierwej drogę 4·84 kilometrów, zanim się dostał do punktu, w którym stał sygnał do hamowania. Począwszy od tego punktu, ustawiono w odległościach 244 metrów od siebie, 6 masztów, które służyły do pomiaru tak drogi, jakoteż i chyżości biegu. Przestrzenie od masztu ostatniego, aż do punktu w którym pociągi się zatrzymywały, mierzono taśmą mierniczą, chyżości zaś, zapomocą elektrycznych chronografów, bijących co $^1/_2$ sekundy.

Przebieg doświadczeń, był zaś następujący:

Przy każdym pociągu znajdowali się obserwatorowie, w chwili w której pociąg mijał maszt szósty, rozpoczy-

nano hamować, pociąg zahamowany biegł jednak dalej. W punkcie, w którym stawał, wysiadali tak obserwatorowie, jakoteż i goście, którzy w doświadczeniach brali udział. Gdy to się stało, ruszał pociąg dalej, dojeżdzając aż do stacyi Thurgarton, zkąd znów, jadąc innym torem, wracał do punktu pierwotnego, czekając tam tak długo, dopóki nie przyjdzie na niego kolej do wyjazdu ponownego.

Tabliczka umieszczona na stronnicy 124 zawiera kilka z ważniejszych tutaj należących doświadczeń.

Całą doniosłość hamulców pneumatycznych, jakoteż wartość poszczególnych konstrukcyj, wykażą próby, odbywające się obecnie (1882) na państwowej kolei między *Berlinem* a *Wrocławiem*. Do prób przypuszczono hamulce systemu: *Carpenter*, *Heberlein*, *Sanders*, *Smith*, *Hardy*, *Steeli Westinghouse*.

Na austryackiej kolei zachodniej, odbywają się również próby hamulców. Z próbnych jazd, przeprowadzonych tam na dniu 16 i 17 lutego 1882, hamulcami systemu *Hardy* i *Westinghouse*, podaję tylko dwie:

Pociąg zaopatrzony w hamulce systemu *Hardy*, złożono:

z maszyny, ważącej	35	tonn
tenderu, ważącego	22	„
jednego wozu bez hamulców, ważącego. . .	8·3	„
10 wozów sposobnych do hamowania, wagi	89·9	„
całkowity ciężar	155·2	tonn

pociąg zaś zaopatrzony w hamulce systemu *Westinghouse*, złożono:

z maszyny, ważącej . . . . . „	33	tonn
tenderu, ważącego	12	„
dwóch wozów, nie mających hamulców. . .	17·7	„
10 wozów przysposobionych do hamowania.	82·0	„
całkowity ciężar	156·7	tonn

Obydwa pociągi biegły podczas słoty, w kierunku spadku mającego 25‰ stromości. Całkowite ciśnienie na tłoczki, znajdujące się przy pociągu, wynosiło przy pociągu *Westinghouse* 211, przy pociągu *Hardy*, zaś 138 tonn. W chwili rozpoczęcia hamowania biegł pociąg pierwszy, chyżością 31, drugi zaś, chyżością 35 kilometrów na godzinę. Pociąg *Westinghouse* stanął na przestrzeni 41^m w ciągu 10 sekund, pociąg *Hardy* zaś, na przestrzeni 73^m w ciągu 12 sekund.

Wszystkich prób zrobiono 36, tak, że na każdy z owych systemów wypadło po 18. O dobroci hamulców, sądu ostatecznie, wydać jeszcze nie można, wynik z wszystkich doświadczeń dopiero wykaże, który z hamulców palmę zwycięstwa odniesie.

Doświadczenia wykonane w Anglii na konkursie hamulców w czerwcu roku 1875 na kolei Midland, podczas przeciętnej pogody, na linii poziomej prostej

nazwa hamulca		hamulce ciągłe	v	T	s	k
Westinghouse	powietrze ściśnione	maszynista hamuje ze swego stanowiska cały pociąg . . .	23·1	19·0	278·5	169·5
		konduktor daje maszyniście sygnał do hamowania	21·5	22·0	330·0	164·8
		podróżny hamuje cały pociąg z wozu w którym siedzi . .	18·0	16·0	183·0	157·3
		" " " " " " " . .	24·2	20·0	283·6	149·0
		zbiegłe wozy, bez lokomotywy, hamują się same	23·5	16·5	265·0	228·8
		maszynista hamuje pociąg i sypie na szyny piasek	23·1	18·0	256·2	170·5
Smith	powietrze rozrzedzone	maszynista hamuje ze swego stanowiska cały pociąg . . .	22·0	29·0	442·0	125·9
		konduktor daje maszyniście sygnał do hamowania	19·3	24·5	316·6	121·6
		konduktor hamuje cały pociąg ze swego stanowiska . . .	19·1	23·25	331·8	165·7
		zbiegłe wozy, bez lokomotywy, hamują się same	18·0	54·5	765·2	76·6
		maszynista hamuje pociąg i sypie na szyny piasek	19·1	20·0	262·3	155·5
Clark	łańcuchowy	maszynista hamuje cały pociąg, ze swego stanowiska . . .	21·1	29·0	407·8	111·3
		konduktor daje maszyniście sygnał do hamowania	22·5	24·75	334·3	116·0
		konduktor hamuje cały pociąg, ze swego stanowiska . . .	17·6	18·0	183·0	118·0
		maszynista hamuje pociąg i sypie na szyny piasek	20·7	28·25	298·6	134·8
Barker	hydrauliczny	maszynista hamuje ze swego stanowiska cały pociąg . . .	22·7	32·0	472·4	103·5
		maszynista hamuje pociąg i sypie na szyny piasek	22·5	25·0	340·4	211·4
Fay	sprężynowy	maszynista hamuje ze swego stanowiska cały pociąg . . .	19·8	27·5	355·3	105·6
		maszynista hamuje pociąg i sypie na szyny piasek	25·4	28·0	427·0	116·2

w tej tabliczce oznacza:

v... chyżość jazdy, w chwili rozpoczęcia hamowania wyrażoną w metrach na sekundę:

s... drogę w metrach, na której po rozpoczęciu hamowania, pociąg zatrzymano;

T... czas, w sekundach, upływający od chwili dania znaku do hamowania, aż do chwili w której pociąg stanął;

k... siłę sprawioną hamowaniem obliczoną podług wzoru:

$$k = \frac{51.v^2}{s}$$

wyrażoną przeto w kilogramach, a odnoszącą się do jednej tonny ciężaru złożonego na osie przysposobione do hamowania.

Oprócz opisanych doświadczeń, przeprowadzono także doświadczenia tyczące się ruchu samej tylko lokomotywy wraz z jej tenderem; wynik tych doświadczeń, zawiera zaś następująca tabliczka:

Hamulec	v	T	s	k
na tenderze hamulec ręczny . .	24·4	40·0	531	68·2
„ „ „ Smitha . .	23·3	55·5	748	50·8
na lokomotywie i tenderze hamulec ręczny, używając pary wpuszczanej do cylindrów w kierunku odwrotnym od kierunku jazdy	24·4	29·0	401	99·2
na lokomotywie i tenderze hamulec Smitha	26·6	39·0	569	77·1
na lokomotywie i tenderze hamulec Smitha, używając pary wpuszczonej do cylindrów w kierunku odwrotnym od kierunku jazdy	21·1	21·1	252	118·8

w której to tabelce, zgłoski v, T, s, k, mają to samo znaczenie, co miały w tabliczce poprzedniej.

Na angielskiej kolei *Great-Northern*, powtórzono w roku 1879 doświadczenia z hamulcami, doświadczenia te, wykazały doniosłość hamulców ciągłych w całej pełni.

ROZDZIAŁ III.

Smarowanie, oświetlanie, przewietrzanie i ogrzewanie wozów kolejowych.

32.

Smarowanie wozów.

Kto smaruje, ten jedzie, mawiano dawniej, a przysłowie to, i dzisiaj jeszcze powtarzają, na dowód, że nietylko dawniej ceniono wartość smarowania, ale nadto, że wartość tej operacyi i dzisiaj żywo stać nam winna przed oczyma.

Do smarowania wozów furmańskich, używa się powszechnie *maź*, które to smarowidło, aczkolwiek zawiera w sobie kwasy i żywicę, do smarowania wozów takich wybornie się nadawało, dopóki osie i piasty wyrabiano z *drzewa*.

Od chwili zaś gdy poczęto wyrabiać tak osie, jakoteż i piasty z *metalu*, maź furmańska więcej już się nie nadawała, kwasy bowiem, które w sobie zawiera, oddziaływują szkodliwie na metal, żywica zaś sprawia, że maź przy nieco szybciejszej jaździe się zaskorupia, przez co znów obrót koła w około osi się utrudnia.

Z tych to powodów nie smaruje się osi metalowych korzystnie mazią, skutkiem czego koleje, do smarowania swych wozów, mazi nie używają.

Materyał, który w początkach rozwoju dróg żelaznych, używano do smarowania wozów, był *olej*, ponieważ jednak olej łatwo się rozbryzgiwał, poczęto już w roku 1834, domieszywać do niego, łoju i siarki, przez co wyrobiono smarowidło, czyli smar, który nie był już cieczą, lecz ciałem skrzepłem.

Booth, ów genialny dyrektor kolei *Liverpool-Manschester*, któremu zawdzięczać należy owe rozpisanie konkursu na dostawę lokomotyw, od którego to konkursu nowa era w dziedzinie kolejnictwa się rozpoczyna (lokomotywa §. 2), zaprowadził już w roku 1835 smar, wyrabiany z oleju palmowego, który to smar pozostawał w powszechnym używaniu aż do roku 1845.

Smar ten, wówczas słynny, składa się z:

oleju palmowego	45 %
wody	35
łoju	18
sody	2
razem. . .	100

części.

Smar ten, aczkolwiek odznaczał się szczytnie swą dobrocią, posiadał jednak tę wielką niedogodność, że będąc skrzepłym, nie smarował osi w chwili, gdy łożyska nim napełniono, lecz dopiero później, w miarę rozgrzewania się osi, co znów ruszanie pociągów z miejsca znacznie utrudniało.

Niedogodności w używaniu smaru skrzepłego, piętrzyły się w miarę, jak koleje żelazne, wysuwały się ku północy, a więc w miarę posuwania się w strefy zimniejsze. Zdarzenia bowiem, że chcąc, aby pociąg ze stacyi mógł wyruszyć, używać musiano do pomocy osobnej lokomotywy, należały wówczas niemal do porządku dziennego.

Pomimo tych niedogodności, przeniósł się jednak smar angielski na koleje niemieckie, gdzie go jeszcze do roku 1845 cierpiano, w tym to roku ustąpić bowiem musiał smarowidłu, mającemu konsystencye smalcu gęsiego, złożonego z najrozmaitszych części.

Smarów podobnej konstrukcyi wyrabiano w wówczas wiele, najwięcej wziętym był smar aptekarza *Maske* wyrabiany we Wrocławiu, którego skład, długi czas uchodził niejako za tajemnicę; później wyrabiano na kolejach pruskich smar, który posiadał wszystkie zalety smaru wrocławskiego, smar ten zawierał w sobie:

oleju rzepakowego	31	%
smalcu świńskiego	31	
wody	33	
cukru	3	
glejty	2	
razem. . .	100	

części. Później

~~Poniżej~~ rzucili się Niemcy na *olej rzepakowy*, używanie oleju tego, wymaga jednak pewnych ostrożności, olej bowiem, pochodzący prosto z prasy, a więc olej nierafinowany, gęśnieje dosyć szybko, a zaskorupiając się, przestaje dobrze smarować, rafinowany zaś, zawiera w sobie często kwasy, które znów, jak już na wstępie wspomniano, oddziaływują szkodliwie na metal osi i łożysk.

Kwasy znajdujące się w oleju rzepakowym nie są to wcale pozostałości kwasów, używanych do rafinowania olejów, wydalanie pozostałości nie podlega bowiem wcale żadnym trudnościom, jak to już ztąd powziąść można, że oleje oczyszczane kwasami, kwaśno wcale nie odczyniają, reagują one bowiem obojętnie.

Kwasy, których olej surowy wcale nie zawierał, wytwarzają się w oleju rafinowanym, skutkiem sposobu rafinowania. Dodając bowiem do surowego oleju, kwasu siarkowego, rozkłada się pewna część oleju, na kwas tłuszczowy i glycerynę, która to składowa, w oleju pozostaje, podczas gdy kwas tłuszczowy, łącząc się z kwasem siarkowym, nowe ciało tworzy.

Przymierze zawarte między temi kwasami, nie jest jednak stałe, woda bowiem, już go rozrywa, w którym to razie, z wodą wydziela się w niej rozpuszczalny kwas siarkowy, podczas gdy kwas tłuszczowy, nie rozpuszczając się w wodzie, w oleju pozostaje. Intruza, alkaliami wydzielić niepodobna, gdyż połączenia alkaliów z kwasami tłuszczowemi, są to szumowiny, gatunek mydlin, które, z oleju wydzielić nie można.

Podczas gdy w Anglii, używano oleju *walratowego* we Francyi *tranu rybiego*, w Niemczech, oleju *rzepakowego*, rozniesła się wieść, że Ameryka, wozy swe smaruje *mydlinami*.

Kolej, z *Lipska* do *Drezna*, była pierwszą, która, chcąc się przekonać, czy i o ile mydliny zasługują na uwagę, wozy swe, niemi smarować poczęła (1847).

I rzeczywiście, mydliny okazały się być smarowidłem taniem i dobrem, skoro je zaprawiano *dyszczówką*, nie zaś wodą studzienną, zawierającą w sobie różne sole. Do zaprowadzenia

mydlin jako smaru dla wozów, jednak nie przyszło, albowiem mydliny, ciecz rzadka, rozchlapywały się bardzo, skutkiem czego, wozy źle się smarowały.

Ponieważ żadne z wymienionych smarowideł, dobrze nadawać się nie chciało, każde z nich posiadało bowiem pewne przywary, więc myślano o *oliwie*.

Oliwa, będąc sama przez się, wybornem smarem, nienadawała się przecież do smarowania wozów, krzepła bowiem zbyt łatwo przy najmniejszem opadzie temperatury, a co gorsza, zamarzała często przy ciepłocie, przy której inne smary ciekłemi pozostawały.

Ponieważ z tego powodu, oliwy do smarowania wozów używać nie było można, więc mięszano ją z terpentyną, która to domieszka, punkt marznienia znacznie obniżała. Mięszanina taka nie zamarzała już wprawdzie, posiadała jednak nowe przywary, wydzielała bowiem łatwo żywicę, i była drogą.

Próbowano tedy najrozmaitsze tłuszcze i mięszaniny, nie wykluczając nawet oleju, wyrabianego ze smoły węgla kamiennego, pozostającej przy fabrykacyi gazu świetlnego.

Celem wypróbowania tego nowego smaru, który się zjawił w roku 1848 na targu hamburgskim, urządziła w roku 1851, niemiecka kolej, łącząca Berlin z Hamburgiem, szereg doświadczeń, które jednak już po upływie trzech miesięcy wykazały, że smarując wozy *hydro-karburą*, tak bowiem olej ten nazywano, wychodzi dwa razy więcej smaru, aniżeli dawniej wychodziło, gdy wozy kolejowe smarowano olejem rzepakowym.

Hydrokarbura nie znalazła więc także wzięcia, co sprawiło, że Niemcy wrócili napowrót do oleju rzepakowego, podczas gdy Szwajcarya posługiwała się *tłuszczem szpikowym*, którego to smarowidła do dziś dnia jeszcze używa; gdyż się przekonała, że kilogram oleju szpikowego dozwala osi biedz 60000 kilometrów, zanim przyjdzie konieczność jej obtaczania, podczas gdy smarując osie olejem rzepakowym, konieczność ta, nastaje już po przebyciu połowy tejże drogi.

Podczas gdy walka o smar w Niemczech, najżywiej się toczy, szukają w Galicyi tak gospodarze, jakoteż i przemysłowcy — *Nafty* — wszystko bowiem „naftę kopie“ — a *Becker* inspektor austryackiej kolei północnej podejmuje (1860) pierwszy, myśl zastosowania nafty, do smarowania wozów.

Smar ten, nieokazał się jednak być dobrym i nie weszłoby smarowanie naftą pewnie tak rychło w powszechne

używanie, gdyby ziomek nasz, Michał *Maczeko*, były dyrektor fabryki Wagenmana i spółki w Wiedniu, nie był wziął sprawę wyrabiania smaru z nafty, w swoje ręce.

Maczeko, chemik znakomity, począł bowiem wyrabiać już w roku 1861 z galicyjskiej nafty smar zwany *olejem mineralnym*, którym to smarem, Becker, jeszcze w tym samym roku przeprowadzał doświadczenia na kolei, przy której służył.

Doświadczenia trwały aż do roku 1865, w którym to roku, kolej północna smar ten, z wielkiem powodzeniem, u siebie zaprowadziła, albowiem koszta smarowania obniżyły się znacznie, tak, że wyrób nowy, warunkom ruchu dobrze odpowiadał.

Kolej zachodnia poszła wnet w ślad kolei północnej, co sprawiło, że podczas gdy przed użyciem oleju mineralnego koszta smarowania pociągu wynosiły na 100 kilometrów jazdy 11 centów, spadły one zaprowadzając olej mineralny, do wartości 9 centów.

Doświadczenia kolei zachodniej, zwróciły uwagę kolejowców na nowy wyrób, która to uwaga do wysokiego stopnia się spotęgowała, gdy się przekonano, że używając do smarowania oleju mineralnego, osie wozowe daleko mniej cierpiały jak dawniej. Gdy się wreście nauczono oczyszczać olej mineralny z kwasów, które pierwotnie w sobie zawierał, zdobył sobie smar ten, pierwszeństwo nad innemi smarami.

Olej mineralny, posiada bowiem tę wielką zaletę, że w zimie nie zamarza, a w lecie nie wysycha, że osie dobrze smaruje i że go mało tylko wychodzi. Niedziw więc, że używają go już koleje: Państwowa, Północna, Cisańska, Czeska zachodnia, Lwowsko-Czerniowiecka, Karola-Ludwika, Arcyksięcia Albrechta i innne, jakoteż, że zgromadzenie przedstawicieli dróg żelaznych należących do związku kolejowego, oświadczyło się już w roku 1871, że olej mineralny zastąpić może tłuszcze najzupełniej, i to tak tłuszcze zwierzęce jakoteż i roślinne.

Wynalazek smaru mineralnego, inauguruje więc nową erę w dziedzinie smarowania wozów kolejowych.

33.

Koszta smarowania i rozchód smarowidła.

Zapiski prowadzone na kolejach żelaznych, odnoszące się do kosztów smarowania, i rozchodu smarowidła,

wydały pewniki, z których niektóre zawiera następujące zestawienie.

Koszta smarowania wozów wynoszą na każde 1000 tonn ciężaru, powiezione do odległości kilometra.	
na kolei:	złr.
Cisańskiej	0·019
Państwowej	0·028
Południowej	0·041
Północnej	0·043
Franciszka Józefa	0·048
Lwowsko-Czerniowieckiej	0·070
Karola Ludwika	0·082
Pierwszo-węgierskiej.	0·089
Arcyksięcia Rudolfa	0·108
Naddniestrzańskiej	0·108

Na tonnę ciężaru i kilometr drogi, szacować więc można koszta smarowania, na 6 centów.

Ponieważ pociągi przewożą przeciętnie na rok, na kolei:

Cisanskiej	400
Państwowej	2600
Południowej	2000
Północnej	1800
Franciszka Józefa.	500
Lwowsko Czerniowieckiej . . .	200
Karola Ludwika	550
Pierwszo węgierskiej	48
Arcyksięcia Rudolfa.	220
Naddniestrzańskiej	30

milionów tonn do odległości kilometra, więc wynoszą przeciętne koszta smarowania, na kolei:

Csisańskiej	7600
Państwowej.	72800
Południowej	82000
Północnej.	77400
Franciszka Józefa	24000
Lwowsko-Czerniowieckiej . . .	14000
Karola Ludwika	45100
Pierwszo-węgierskiej	4270

Arcyksięcia Rudolfa 23750
Naddniestrzańskiej 2160

złotych rocznie.

Zapiski tyczące się rozchodu smaru, prowadzą koleje żelazne zwykle w dwojaki sposób, zapisuje się bowiem rozchód smaru podług ilości w ruchu będących osi, i odległości, które one przebiegały, jakoteż podług ciężaru przewiezionego do pewnej odległości.

W następujących tabliczkach umieściłem kilka dat jednej i drugiej kategoryi zapisywania.

Celem poprowadzenia jednej osi do odległości 1000 kilometrów spotrzebowano smarowidła na austryackiej kolei					
w roku	Północnej	Południowej	Państwowej	Zachodniej	Karola Ludwika
	kilogramów				
1867	0·224	—	0·238	0·329	0·310
1868	0·218	0·238	0·224	0·238	0·336
1869	0·165	0·297	0·221	0·270	0·310
1870	0·198	0·400	0·221	0·402	0·298
1871	0·190	0·290	0·224	0·369	0·303
1872	0·165	0·415	0·240	0·442	0·330
1873	0·177	0·385	0·280	0·402	0·290

Maźnice zawierają w sobie zazwyczaj po $1/2$ kilograma smaru, a ponieważ do jednej osi należą dwie maźnice, więc oś, dostaje kilogram smaru, wóz zaś spoczywający na 4 kołach, 2 kilogramy, która to ilość smaru, wystarcza, aby wóz przebiegł 4000—8000, przeciętnie więc 6000 kilometrów.

Przyjąć można, że na oś, poprowadzoną do odległości 1000 kilometrów wychodzi przeciętnie 0·3 kilogramów smaru. Na 10 kilometrów, wychodzi przeto dla każdej osi, 3 gramy smarowidła. Kilogram smaru, dozwala przeto osi przebyć drogę wynoszącą 3300 kilometrów; a jest to właśnie połową tego, co osiągnąć można używaniem smarowidła ciekłego, zawartego w maźnicach, urządzonych do zamykania. W przeciągu roku, przebiega oś wozowa przeciętnie 20 tysięcy kilometrów, a ponieważ na 10 kilometrów wychodzi 3 gramy smaru, więc rocznie potrzebuje każda oś, 6 kilogramów smarowidła.

Używając maźnic szczelnie zamykanych, sprawić można, że na jedną maźnicę wypadnie 50 gramów oleju, chcąc zrobić drogę 1000 kilometrów. Do poprowadzenia osi do odległości kilometra potrzeba przeto 2 × 50 = 100 gramów oleju. Gramem oleju prowadzić można oś przez 10 kilometrów drogi.

Tabor wozowy, kolei Karola Ludwika, składa się z 8000 osi, więc wychodzi tam rocznie 48 tonn smarowidła; na kolei północnej wychodzi rocznie 50 tonn, koleje amerykańskie wysmarowywują rocznie 600 tonn.

Ponieważ rozchód smarowidła zawisł nie tylko od przebytej drogi, lecz także od ciężaru, którym wóz obładowano, więc też mają koleje, i w tej mierze zapiski.

Do przewozu ciężaru 1000 tonn, do odległości kilometra, spotrzebowano na austryackiej kolei					
w roku	Północnej	Południowej	Państwowej	Zachodniej	Karola Ludwika
	kilogramów smaru				
1867	0·072	0·093	0·078	0·084	0·010
1868	0·062	0·079	0·072	0·060	0·127
1869	0·053	0·074	0·067	0·075	0·106
1870	0·063	0·105	0·061	0·104	0·096
1871	0·062	0·077	0·051	0·103	0·084
1872	0·051	0·107	0·065	0·110	0·009
1873	0·056	0·009	0·064	0·114	0·053

Z której to tabliczki powziąść można, że do powiezienia ciężaru 1000 tonn, do odległości kilometra, wychodzi przeciętnie 80 gramów smarowidła.

34.

Manipulacya smarowania.

Wiadomo powszechnie i nadmieniono w swoim miejscu, że koła wozów kolejowych nie posiadają dowolnego ruchu w około swych osi, lecz że są na osi stale osadzone, tak, że oś jako taka, obracając się na w nieruchomo ustawionych panwiach (łożyskach) ruch wirowy wykonuje.

Chcąc więc oś smarować, niepotrzeba nic więcej, jak łożyska, a raczej maźnice napełnić smarem, w takiej maźnicy smaruje się oś dobrze, pomimo, że stosunkowo mała tylko część tam zawartego smaru, na właściwy cel użytą zostaje. Większa bowiem część smaru, rozlewa się podczas smarowania, rozbryzguje się podczas jazdy, i ubywa z powodu kradzieży.

Chcąc zapobiedz kradzieży i rozbryzgiwaniu się smaru, zamyka się zwykle maźnice to w ten sposób, że dostać się można do ich wnętrza tylko za odkręceniem śrub, któremi wieczko przytwierdzono do maźnicy.

Maźnice takie, nie napełnia się kiedy bądź, lecz tylko w pewnych, z góry oznaczonych czasach. Nadchodzi dzień smarowania, to na dniu tym otwiera się maźnice wszystkich w stacyi stojących wozów, a na znak, że wóz smarowano, t. j., że maźnicę napełniono, zaznacza się wóz farbą olejną, rysując kreskę na jego dzwigarze. Rozumie się samo przez się, że i wozy zjawiające się później bez marki, również smarować trzeba, pomimo, że dzień przeznaczony do smarowania, już minął.

Wozów zaopatrzonych w maźnice sposobne do zamykania, na obcych kolejach smarować już nie można, gdyż te nie mają odpowiednich przyrządów do odmykania maźnic, wozy zaś mające maźnice do których bez odkręcania śrób, dostać się można, smarują tak koleje obce, jakoteż i koleje do których wozy należą, a wozy takie smaruje się w każdym czasie w miarę potrzeby.

Wozy, zaopatrzone w maźnice do zamykania, smaruje więc zawsze ich właścicielka, ona więc, wydaje i wtedy smar, gdy wozy biegają na obcych kolejach, podczas gdy maźnice otwarte, smaruje właścicielka wozów tylko tak długo, dopóki biegają na kolei własnej.

Dopóki więc wozy nie przechodzą po za obręb własnej kolei, przedstawia smarowanie *peryodyczne* niezaprzeczone korzyści, które jednak ustają, skoro wozy przechodzą na koleje obce.

Smarując wozy peryodycznie, otrzymuje oś zapas smaru regularnie, co sprawia, że osie smarowane w ten sposób, mniej się grzeją, aniżeli osie, którem dostarcza się smaru, wtedy tylko, kiedy spostrzegamy, że go już nie mają.

Smarując w regularnych, a stosownie dobranych okresach czasu, wydajemy mniej smaru, gdyż wozy tak smarowane, rzadko się grzeją.

Maźnice przysposobione do peryodycznego smarowania zamykać można szczelnie, gdyż smarnik, przychodzi już z przy-

rządami do otwierania maźnic, które to przyrządy nie mógłby nosić ze sobą, gdyby osi w dowolnych chwilach smarowano. Smarując peryodycznie, poddać można czynność smarowania ścisłej kontroli, co zaś niemożebnem się staje, smarując dowolnie. Niezapominać także należy, że smarując peryodycznie, wystarcza do smarowania osi mniejsza ilość pracy, gdyż wiadomo powszechnie, że praca wykonana razem w wielkiej ilości (praca hurtowna) tańszą jest od pracy rozdrobnionej.

Wynika ztąd, że smarując peryodycznie, oszczędzamy na smarowidle i szanujemy osie.

Jak znaczne są korzyści smarowania peryodycznego, wykazuje najlepiej doświadczenie austryackiej kolei Północnej, na której przed zaprowadzeniem smarowania peryodycznego (w roku 1865) wydawano 76 gramów smarowidła na każe 1000 tonn ciężaru przewiezionego do odległości kilometra, podczas gdy w roku 1879, (po zaprowadzeniu smarowania peryodycznego) na ten sam cel wydano już tylko 42 gramów, przy której to sposobności zauważano, że w roku 1865 grzało się 1975 wozów, podczas gdy liczba podobnych wydarzeń, spadła w roku 1879 do 853.

Na zgromadzeniu przedstawicieli dróg żelaznych oświadczyło się w roku 1878:

za smarowaniem peryodycznem ... 23
przeciw takiemu smarowaniu..... 15

kolei. Drogi żelazne, które się oświadczyły za smarowaniem peryodycznem, przedstawiały długość 17936, podczas gdy długość kolei głosujących przeciw smarowaniu peryodycznemu, wynosiła 8658 kilometrów.

Licząc na kilometry, oświadczyło się:

za smarowaniem peryodycznem ... 70
przeciw takiemu smarowaniu..... 30

procent głosujących kilom., których suma wynosiła 26594.

Koleje austryackie smarują wozy swe przeważnie peryodycznie, znachodzimy tam bowiem 81 % wozów, przysposobionych do smarowania takiego. W 357 stacyach urządzonych do smarowania peryodycznego, smaruje się wozy jednocześnie prawie, bo w pierwszych 10 dniach każdego miesiąca.

Wozy posiadające maźnice dostępne, smaruje się jak już wspomniano, w razie potrzeby, lecz nie smaruje się ich w każdej stacyi kolei własnej, lecz obiera się ku temu celowi pewne stacye. Odległość takich stacyj od siebie, wynosi

zazwyczaj 80—150 kilometrów, w każdej z nich, oczekuje smarownik, czyli smarny, nadchodzące pociągi, i zaraz czynność swą rozpoczyna, gdyż ukończyć ją musi, nim jeszcze pociąg stacyę opuści. Wóz wychodzący z warstatów, czy to nowo zbudowany, czy też reparowany, musi zawsze być smarowanym, a wychodzi w takich razach zwykle $1^1/_2$ kilograma oleju rzepakowego na każdą maźnicę.

Do pierwszego napełniania maźnicy rzadko tylko używa się smaru mineralnego, smar ten, sprawia bowiem, używając niekoniecznie doskonałej bawełny, że ta zbijając się w twardą skorupę, przestaje przylegać do osi, którą ma smarować, w których to razach taca łożyska, przylegająca do osi (tak zwana kompozycya) zetrzeć się może w ciągu 7—10 miesięcy, tak dalece, że ubędzie na niej 10—15 gramów metalu.

35.

Maźnice wozów kolejowych.

Chcąc, aby oś wozowa ile możności jak najmniej się grzała, umieścić trzeba naczynie, zawierające smar, w ten sposób na dzwigarze wozu, aby smarowanie odbywało się zaraz, skoro wóz nabędzie ruchu.

Naczynia takie, aczkolwiek mazi nie zawierają, *maźnicami* zwać będziemy.

Chcąc, aby maźnice zadaniu swemu ile możności jak najlepiej odpowiadały, otacza się oś wozową w ten sposób, aby łożysko, w którem ona się obraca, jakoteż i maźnica, tworzyły niejako jedną nierozerwalną całość, wypada ztąd, że maźnice nie śmią wiele ważyć, bo inaczej oś wozowa zbytnie byłaby obciążaną. Dobrze urządzone maźnice dozwalać muszą, zupełne wyzyskiwanie w nich zawartego smarowidła, muszą smarować rzęsiście i to nie jednakowo, lecz w miarę szybkości jazdy, nie śmią smaru rozbryzgiwać, a budowa ich winna być prostą, aby zawsze łatwo odkryć można przyczynę grzania się osi, skoro przypadek taki się wydarzy.

Widzimy, że do spełnienia, warunków jest wiele, zkąd wysnuwamy wniosek, że nie będzie sprawą zbyt łatwą zbudować maźnicę, któraby im wszystkim zadosyć czyniła.

Co się tyczy nacisku, pod którym oś wozu pozostaje, zauważać należy, że długość czopa znajdującego się w łożysku,

wynosi zwykle 170^{mm}, ponieważ czop ten, przylega do łożyska na szerokości 70^{mm}, więc wynosi całkowita przestrzeń przylegania $70 \times 170 = 11900 \square^{mm}$. Ponieważ oś spoczywa w dwóch łożyskach, więc wynosi przestrzeń przylegania, należąca do jednej osi $2 \times 11900 = 23800 \square^{mm}$. Spoczywa wóz na dwóch osiach, to ciężar jego rozdziela się na przestrzeń $2 \times 23800 = 47600 \square^{mm}$. Waży skrzynia wozu 4 tonny, a władowano do wozu 10 tonn ciężaru, to wynosi całkowity ciężar, który osie dźwigać mają $10 + 4 = 14$ tonn, lub 14000 kilogramów. Na jeden $\square^{mm}$ wypada przeto nacisk wynoszący $\frac{14000}{47600} = 0{\cdot}294$ kilogramów, czyli nacisk 294 gramów.

Ażeby oś otrzymywała smar nieprzerwalnie, t. j. aby ustawicznie była smarowaną, układa się w maźnicy ciała, które wciągając w siebie smar, pęcznieją, i skutkiem tego dobrze przylegają do smarować się mającej osi. Ciała takie posiadać muszą pewien stopień elastyczności, bo tylko w takim razie, do *wirującej* osi, zawsze przylegać mogą.

W tym to celu, wkłada się do maźnicy bawełnę, która nasiąknąwszy w siebie oliwę lub inną ciecz przeznaczoną do smarowania, przylega do osi dosyć dobrze, a pozostając w połączeniu z całem zapasem smarowidła znajdującym się w maźnicy, sprawia, że smar, dostawać się będzie do osi tak długo, jak długo do niej bawełna przylega, i w maźnicy smaru staje.

Bawełna posiada jednak i strony ujemne, traci ona bowiem, gdy nastąpi pewien przesyt, swą pierwotną elastyczność, skutkiem czego, przestaje do osi tak dobrze przylegać, jak w początku przylegała. Bawełna wsiąka w siebie, bardzo dużo smarowidła, co znów nie jest porządane, gdyż wymieniając bawełnę, wiele smaru się marnuje; doświadczenie bowiem uczy, że $^3/_4$ ilości smaru zawartego w maźnicy, bawełna w siebie wsiąka. A gdy się weźmie wysoką cenę bawełny na uwagę, usprawiedliwione będzie dążenie, zastąpienia jej, więcej nadającym się materyałem.

Chęci tej przypisać należy, że próbowano najrozmaitsze materyały, jako to: chyblowiny, gąbki, trzcinę, siano i t. p., wszystkie te ciała, traciły jednak elastyczność swą zanadto szybko i nie rozprowadzały smaru tak dobrze, jak to czyniła bawełna.

Chcąc zaradzić złemu, wsuwano do maźnic elastyczne poduszki, które, będąc osadzone na sprężynach, dosyć dobrze do osi przylegały, doświadczenie pouczyło jednak już

wkrótce, że poduszki takie, wymagają starannej obsługi, a co gorsza, że nie osiadywały się jednakowo, co sprawiło, że poduszki takie, smarowały początkowo niejednakowo, później wcale smarować przestawały. Maźnice takie, okazały się być już z tego względu niepraktycznemi, bo, skoro przypadkiem zapomniano wsunąć poduszki do ich wnętrza, oś smarowaną nie była.

Ażeby wypadkom podobnym zapobiedz, osadzono w maźnicy oprócz poduszki, także jeszcze i gąbki, a to w ten sposób, że oś wozowa smarowała się tak z dołu, jakoteż z góry.

Maźnice takie, odpowiadały wprawdzie już lepiej, miały jednak zawsze tę niedogodność, że smarowanie odbywało się jednakowo rzęsiście, czy pociąg poruszał się z wolna tylko, czy też biegł szybko.

Chcąc i temu zapobiedz, a więc sprawić, aby oś smarowała się w miarę szybkości jazdy, zbudowano maźnice, w których osadzono pompę lub śrubę arhimedesa, uruchomioną wirem osi. Przyrządy takie, okazane po raz pierwszy na wystawie paryskiej (1878) zdają się jednak zawiele być skomplikowane, aby należycie rozpowszechnić się mogły.

Z powyższego zestawienia wysnuwamy wniosek popierający przypuszczenie zrobione na wstępie, że maźnicy, któraby wszystkiem warunkom dobrze odpowiadała, do tej chwili jeszcze nie wynaleziono. Pomimoto wydoskonalono maźnice do tego stopnia, że wóz przebyć może 4000—5000 kilometrów, a nawet 7000—8000 kilometrów, zanim się okaże potrzeba do otwierania i napełniania maźnicy.

Francuskie koleje używają przeważnie maźnić konstrukcyi pana *Delaunaj*, maźnice te ważą po 28 kilogramów, i zawierają w sobie, pomimo tak znacznego ciężaru, tylko tyle smarowidła ile potrzeba do przebycia drogi 4000 kilometrów. Nieco lepsze maźnice znachodzimy w Austryi, gdzie do niedawna jeszcze, używano wyłącznie prawie, maźnic systemu *Pageta*.

Maźnice te, pomysłu amerykanina, kopiowane i ulepszone w Austryi w roku 1852 przez pana *Paget*, zapobiegają rozbryzgiwaniu się smarowidła bardzo dobrze, kilogram oleju dozwala bowiem osi zrobić drogę wynoszącą 9000 kilometrów. Maźnica Pageta obejmuje 0·3 kilograma oliwy, z której $^3/_4$ wsiąka w bawełnę, dla każdej maźnicy wychodzi 0·2 kilogramy bawełny, która to ilość starczy właśnie do przebycia 9000 kilometrów drogi.

Na kolejach szwajcarskich znane są maźnice systemu *Riggenbach*, w Niemczech zaś, konstrukcye inżynierów: *West-*

hoven, *Benther*, *Wasmer*, *Reimherr* i t. p. w Rosyi maźnice systemu *Basson* i inne.

W nowszych czasach poczynają niektóre austryackie koleje zarzucać maźnice Pageta, wracając do smarowania poduszkami, a maźnice konstukcyi *Gassebnera*, w której w miejsce sprężynowych poduszek, rozpięto płótno smarujące oś, zwracają z powodu prostoty budowy, na siebie uwagę. Doświadczenie okaże, czy i o ile maźnice tego systemu praktycznemi będą.

W nowszym czasie (1882) buduje *Reimherr* w Dortmund, maźnice, które nie mają ani poduszki, ani bawełny. Olej służący do smarowania osi nagromadzonym jest w osobnym naczyniu, ustawionem na łożysku tak, że spływać może na oś, rurką nachyloną do poziomu pod kątem 45^0.

Aby olej ustawicznie się nie sączył, wsunięto w rurkę sztyfcik, który wypełniając ją zupełnie, dochodzi aż do osi, na której skutkiem własnego ciężaru spoczywa. Drobne szturkania podczas jazdy, wystarczają już, by na oś spływało tyle oleju, ile do smarowania trzeba.

Maźnice te, są nadzwyczaj oszczędne i one to sprawiają, że gram oleju wystarcza do smarowania osi podczas 10 kilometrowej drogi (§. 33).

Obawa, że sztyfcik przylegający do osi, zarysować ją może, nie ma podstawy, sztyfcik taki (wyrobiony z mosiądzu) waży bowiem tylko 25 gramów, mając (przy średnicy 5^{mm}) 28 $\square^{mm}$ przekroju. Gdyby sztyfcik stał pionowo na osi, gdyby więc stykał się z nią całym swym przekrojem, to sprawiałby nacisk, wynoszący na jedem $\square^{mm}$ powierzchni osi $\frac{25}{28} = 0{\cdot}9$ gramów, ponieważ zaś sztyfcik nie stoi pionowo, lecz styka się z osią pod kątem 45^0, więc nacisk na $\square^{mm}$ osi, nie wynosi już 0·9 lecz tylko $0{\cdot}9 \sqrt{1/2} = 0{\cdot}67$ gramów.

Pod supozycyą, że sztyfcik przylega do osi powierzchnią całego milimetra, wynosi całkowity nacisk, sprawiony sztyftem $0{\cdot}67 \times 28 = 18{\cdot}76$ gramów na $\square^{mm}$ powierzchni osi.

Skoro nacisk 294 gramów oś nie uszkadza, (§. 35) to ją tem mniej uszkodzić może nacisk, wynoszący tylko 18·76 gramów, zkąd wniosek, że sztyft mosiężny, osi wcale uszkadzać nie będzie.

36.

Smarność ciał tłustych.

Od dobroci smarowidła użytego do smarowania osi, zależy poniekąd regularność ruchu kolejowego, w wysokim stopniu zaś, wielkość zwalczać się mającego oporu.

Złe smarowidło sprawia bowiem nietylko że osie się grzeją i niszczą, ale nadto, że opór ruchu się wzmaga, przezco znów potrzeba do prowadzenia pociągu, więcej siły, a więc i więcej paliwa.

Dlatego też uważać trzeba kwestyę dobroci smaru, za sprawę wymagającą starannego studium.

W celu poznania o ile składowe części smaru wpływają na smarność ciał tłustych, analizowano chemicznie najrozmaitsze smary, doświadczenie jednak pouczyło, że analizy chemiczne nie prowadzą w zupełności do celu, gdyż dobroć smaru, zawisłą się być zdaje więcej od jego własności *fizykalnych*, aniżeli od składu *chemicznego*.

Postarano się też o przyrządy, zapomocą których oceniać można fizykalne własności smaru. Tak na przykład zbudował *Perl* w Aussig przyrząd, składający się ze skrzynki napełnionej smarem, urządzonej tak, że w niej zarazem i oś wirować może. Ilość obrotów koniecznych do zagrzania smaru do pewnej ciepłoty, służy mu jako miara dobroci smarowidła.

Naught w Ameryce, obmyślił zaś przyrząd polegający w następującej myśli:

W kierunku pionu, ustawiono dwie metalowe osie, z których górną zawieszono tak, że w danym razie wirować może, oś zaś dolna, niejako przedłużenie pierwszej, spoczywa w łożysku tak zbudowanem, że stojąc w nim pionowo, wirować może pomimo, że na górnym swym końcu niczem uchwyconą nie została.

Obydwie osie nie stykają się ze sobą, każda z nich zaopatrzoną jest na wolnym jej końcu w poziomo ułożony talerz, tak więc, że obydwa talerze, stojąc jeden nad drugiem, ze sobą się nie stykają.

Na dolnej osi osadzono przyrząd, zapomocą którego, używając spadających ciężarków, oś tę, w ruch wirowy wprowadzić można.

Dopóki talerze ze sobą się nie stykają, wiruje tylko dolny talerz, podczas gdy nad nim się znajdujący, pozostaje w spokoju, spuści się zaś górną oś tak nizko, że talerz jej stanie na talerzu osi dolnej, to wirująca oś dolna,

wprowadzić musi talerz górny, a więc i oś górną również w ruch wirowy, w którym to razie obydwie osie, stykając się ze sobą talerzami, jakby jedna nierozerwalna całość, ruch wirowy wykonują.

Chyżość wspólnego wirowania będzie naturalnie nieco mniejszą od pierwotnej chyżości, którą dolna oś wirowała, gdy jeszcze osi górnej ciągnąć z sobą nie musiała.

Zmniejszy się zaś tarcie pomiędzy obydwoma, ze sobą się stykającemi talerzami, co się np. stanie, wsuwając między nie, kroplę oliwy; to ruch wirowy, ożywić się musi; chyżość obrotu wzrastać zaś będzie w miarę ulżenia tarcia, a więc w miarę dobroci smarowidła.

Kręci się młynek, mając między talerzami olej, którego smarność znamy, obierając ją, jako jednostkę pomiaru, przez 3 minut, zanim ruch wirowy, spowodowany znaną siłą spadających ciężarków, się zatrzyma, olej zaś *próbny* sprawi, że młynek biedz będzie przez 4 minut; to dobroć próbnego oleju wynosi: $\frac{4}{3}$ dobroci oleju normalnego. Kosztuje tonna oleju normalnego *a* guldenów, zapłacić można za tonnę oleju próbnego, $\frac{4}{3}$ a. guldenów.

Dollfus, w Londynie, porównywał w roku 1859, używając młynka Naughta, smarność rozmaitych olejów, pomiędzy innemi, także i olej mineralny *Wagenmana* w Wiedniu, wyrabiany z galicyjskiej nafty, i znalazł, że okaz oleju mineralnego, miał większą smarność od oleju normalnego, powszechnie w Anglii używanego.

Podobnym młynkiem, lecz konstrukcyi *Strekera*, posługuje się austryacka kolej zachodnia. Na wystawie paryskiej z roku 1878, okazywano maszynę, która smarność tłuszczów zaznaczała wykreślnie, opis tej maszyny, znaleść można w Przeglądzie Technicznym z roku 1879 w zeszycie marcowym.

Na kolei z Paryża przez Lyon do morza śródziemnego oznaczają smarność ciał tłustych, naśladując w warunkach bieg wozów po torze (1881).

Na ten cel ustawiono raz na zawsze parę kół osadzonych na osi w zwykły sposób, tak, że oś taka uruchomioną być może siłą maszyny parowej, pracującej w warstacie.

Z tą wirującą osią połączono aparat, oznaczający ilość obrotów, na którym odczytać można odpowiednią tym obro-

tom ilość kilometrów, jaką by wóz przebiegł, gdyby oś ta, stała na szynach.

Na oś tak przysposobioną, (oś warsztatową) osadza się zwykłą oś wozową, wraz do niej przynależną parą kół, tak, że oś wozowa uruchomioną być może skutkiem tarcia się kół, przez oś warsztatową. Oś wozową osadza się w łożyskach napełnionych tłuszczem, którego smarność ma być próbowaną, i obciąża się ją tak, jak ona zwykle jest obciążoną, gdy wóz biegnie po torze.

Celem naśladowania owych nieznacznych zwiększeń nacisku, powstających na składach, podczas biegu pociągu, ustawiono dolną oś (oś warsztatową) na mimośrodzie wynoszącym $2^1/_2{}^{mm}$. Smarowidło będzie tem lepsze, im dłuższą będzie droga osi próbowanej, przy pewnej ilości smarowidła.

Pomimo zmyślnej konstrukcyi przyrządów mechanicznych, służących do oceniania smarności ciał tłustych, nie znaleziono jednak żadnego, na któregoby zupełnie spuścić się było można, pokazało się bowiem, że smary, które przyrząd mechaniczny zalecił jako dobre, w użyciu często nie dopisywały, co się tem tłomaczy, że przy próbach podobnych, kurz, jakoteż zmienny wpływ temperatury, pozostają bez uwzględnienia.

Ponieważ więc ani analiza chemiczna ani mechaniczna, praktyków nie zadowala, więc nie pozostaje nic innego, jak zawrzeć z fabryką układ, mocą którego, fabryka *gwarantuje*, że osie pewną ilość obrotów bez grzania się robić będą.

W każdym jednak razie, przypuszczać można do dostawy, takie tylko smary, które nie zawierają w sobie kwasów. Do poznania zaś, czy smar zawiera w sobie kwasy, podaje doktor *Wiederhold* następujący sposób.

Do próżnej szklanki, wsypuje się szczyptę *tlenku miedziowego*, proszku, jakiego w każdej aptece dostać można. Na proszek nalewa się oleju, którego smarność próbować mamy. Znajdują się w oleju wolne kwasy tłuszczowe lub żywiczne, to olej zabarwi się w takim razie na zielono, a to, już po upływie 15—30 minut, która to reakcya nieco wcześniej nastąpi, skoro olej się rozgrzeje.

Odczynnik ten, jest czułym i pewnym, nie zabarwia się bowiem olej w owym czasie, to można być pewnym, że wolnych kwasów wcale nie zawiera.

37.

Oświetlanie wnętrza wozów.

Siedząc w wozie kolejowym, oświetlonym wspaniale gazem, zapominamy, że przed 40 laty jeszcze, uważano oświetlanie wozów kolejowych, jako rzecz wcale niepotrzebną. Pierwszy wóz kolejowy, który oświetlono, był to ów słynny wóz *Stefensona*, experymentem zwany, w którym na pierwszej kolei żelaznej, przewożono w roku 1825 gości uproszonych. Oświetlać go poczęto rok później, gdyż zrobiono z niego restauracyę, którą dla wygody podróżnych, niejaki *Nixon* oświetlał *łojówkami*.

Ponieważ w początkach rozwoju dróg żelaznych, pociągi w dzień tylko chodziły, w nocy zaś, wcale żadnego ruchu nie utrzymywano, więc też nie było potrzeby do oświetlenia wozów osobowych. Z oświetlaniem nie spieszono jednak nawet i wtedy, gdy potrzeba oświetlania rzeczywiście zaszła. Oświetlanie wozów osobowych, uważano bowie za luxus, niczem nie usprawiedliwiony, który w zarodku już, stłumić wypadało.

Na kontynencie, była kolej z *Lipska* do *Drezna* pierwszą, która wozy swe oświetlać poczęła, zaprowadziła ona bowiem oświetlanie wozów, już w roku 1836. Opór dróg żelaznych przeciw oświetlaniu wozów, zdawał się wówczas być powszechnym, on to bowiem zmusił niemieckiego ministra *Bodelschwingh*,, do ujęcia sprawy tej, we własne ręce (1844).

Sposób ówczesnego oświetlania wozów osobowych, zasługuje o tyle na uwagę, że lamp nie wstawiano do wnętrza wozu, jak to się dzisiaj dzieje, lecz umieszczano je na zewnątrz wozu w ten sposób, że światło, odbijając się w lustrach, osadzonych na wozie w pobliżu lamp, do wnętrza wozu przez okna wpadało.

Do oświetlania wozów kolejowych, używa się dzisiaj świec, oleju, gazu świetlnego, światła elektrycznego, a w najnowszym czasie (1881) próbują na angielskich kolejach świetlnej masy *Balmaina*.

Doświadczenia kolei *Great-Estern* wykazały, że fosforesencya owej świetlnej masy, którą to masą powleczono ściany wozu, rozpościera w jego wnętrzu światło blado niebieskawe, posiadające na tyle jasności, że rozróżniać daje wszystkie ruchy osób, siedzących w wozie. Powłoka

wozów kolei *South-Eastern* tak jest doskonałą, że dozwala podczas przyjazdu przez tunel, odczytywać czas, na zegarku kieszonkowym.

Adepci już, znali kamienie świecące w nocy. Kamień znaleziony w roku 1630 u stóp góry *Poterno* (siarczan wapna) znanym był powszechnie, *Bequerel* wykazał, że siarczany wapna barytu i stroncianu, posiadają własność fosforescencyi, a *Balmain*, przyjaciel Bequerela, wyrabia obecnie (1879) masę świetlną z podobnych minerałów.

Pierwsze wozy, oświetlano świecami z *wosku*, sposób ten oświetlania, ustąpić jednak musiał z powodu kosztowności, oświetlaniu olejem rzepakowym, a zwyczaj oświetlania wozów olejem, przechował się po dziś dnień jeszcze, zakorzeniając się na kolejach tak silnie, że oświetlanie wozów innym materyałem, zaliczać trzeba do wyjątków z ogólnego prawidła.

Że oświetlanie *olejem* rzepakowym, odpowiada ekonomii, powziąść można już z tej okoliczności, że na zgromadzeniu przedstawicieli dróg żelaznych, należących do związku niemieckiego, oświadczyło się w roku 1865 z 27 reprezentowanych kolei, 22 za oświetlaniem olejem rzepakomym, a nawet te koleje, które zaprowadziły u siebie inne oświetlenie, przyznały, że oświetlanie olejem rzepakowym, ekonomii więcej odpowiada.

W Niemczech znajduje się obecnie (1880) 16168 wozów osobowych, przysposobionych do oświetlania, a oświetlają tam:

olejem rzepakowym	67·8 %
gazem świetlnym.	16·4 „
świecami	15·8 „

wymienionej ilości.

Podług dat publikowanych w roku 1878 na zgromadzeniu dróg związkowych, oświetla wnętrze wozów:

naftą	3 koleje
świecami stearynowemi . .	4 „
gazem świetlnym	10 kolei
olejem rzepakowym. . . .	28 „

podczas gdy pozostająca reszta, t. j. 57 kolei, należących do związku, nie podała wcale, czem wozy swe oświetla.

Co się tyczy kosztów oświetlania wozów, przyjąć można, że godzina oświetlania jednym płomieniem, używając:

nafty	kosztuje	2·0
świec stearynowych . .	„	2·2
oleju rzepakowego . . .	„	2·4
gazu świetlnego	„	3·3

centów austryackiej waluty, w którą to sumę, wliczone zostały koszta amortyzacyi kapitału wydanego na założenie, koszta utrzymania, obsługi i t. p.

Wspomniano już, że pierwsze wozy, oświetlano świecami woskowemi, jakoteż, że później świece zarzucono, gdyż były za drogie, przechodząc zarazem do oświetlania olejem rzepakowym.

Lampy przysposobione do palenia oleju rzepakowego, nie zawiesza się na ścianę wozu, lecz wsuwa się je tak w sufit, aby się nie kołysały.

Napełniwszy lampę, zapalać ją można z góry, tj. wychodząc na dach, która to operacya, przy wietrze pędzącym dym lokomotywy, lub też parę ogrzewającą wozy, w oczy lampisty, jakoteż podczas gołoledzi, niezupełnie jest bezpieczną. Dlatego też, nie używają Amerykanie takich lamp wcale, lecz zawieszają je na ścianie, co sprawia także jeszcze i tę korzyść, że doliwać można oleju, nie wyjmując lampy z wozu. Lampy u nas używane, a więc lampy wsuwane w sufit wozu, mieszczą w sobie 0·2—0·4 kilogramów oleju, a otoczono je szklannym kloszem tak, że nadmiar niespalonej oliwy zatrzymując się w kloszu, na podłogę kapać nie może. Nie wchodząc w szczegóły urządzenia takich lamp, gdyż są powszechnie znane, przytoczę raczej rozchód oleju rzepakowego, jaki się w przecięciu okazuje na rozmaitych kolejach.

Na godzinę i płomień, wychodzi na kolei:

Prusko Szlązkiej	10·0
Austryackiej, arcyksięcia Albrechta .	10·6
Lwowsko-Czerniowieckiej	10·9
Austryackiej południowej	11·8
Saskiej państwowej	12·0
Austryackiej państwowej	15·4
Północno zachodniej	16·0
Kolejach Brunszwiku	18·7
Austryackiej północnej	32·8

kilogramów oleju.

Zauważać by można, że jasność płomienia oleju, nie różni się tak mocno, jak się różni rozchód na godzinę, skądby może wysnuć wypadało wniosek, że owe zestawienie kosztów, jest raczej obrazkiem doskonałości w manipulacyi, nie zaś kosztów oświetlania.

Tak jednak nie jest, różnice w rozchodzie, pochodzą bowiem (pominąwszy już gatunek oleju, użytego do oświetlania) ztąd, że lampy wozowe, posiadają knoty niejednako szerokie.

O ile zaś oględna manipulacya wpłynąć może na rozchód oleju, wykazują doświadczenia galicyjskiej kolei Karola Ludwika, która wypalała w swych lampach w roku 1875, na godzinę i płomień 53 gramów, w roku 1878 zaś, już tylko po 22 gramów oleju.

Światło lamp nasycanych olejem, pozostawia wprawdzie wiele do życzenia, a mianowicie w zimie na kolejach wysuniętych ku północy, gdyż olej często tam zamarza, która to okoliczność, zmusiła owe koleje, do używania świec stearynowych.

Świece nie oprawiano w świeczniki, lecz osadzono je w rurki, podobnie jak się osadza świece w latarniach karet naszych. W miarę spalania się świecy, wysuwa na dnie rurki osadzona sprężynka, świecę w górę, tak, że płomień pomimo ustawicznego upalania się świecy, zawsze w jednej i tej samej wysokości pozostaje, które to urządzenie jest konieczne, skoro blask świecy rozrzucać się ma za pomocą reflektora po całym wozie.

Rurki zawierające w sobie po jednej świecy, zwane *patronami*, wsuwano w świeczniki, umocowane na ścianie wozów, w razie spalenia się świecy, nie wsuwano do dawnej rurki nowej świecy, lecz wymieniano całą patronę. Pruska kolej wschodnia, oświetlając wozy swe świecami, utrzymuje osobnego urzędnika, którego zadaniem jest, czuwać, aby pociągi posiadały dostateczną ilość patron, jakoteż, aby patrony na czas wymienione zostawały.

Koszta światła świec stearynowych, nie zdają się być znacznie większemi od kosztów światła oleju rzepakowego, kontrola jedynie jest utrudnioną, świeca ma bowiem dla złodzieja więcej ponęty, aniżeli olej, i łatwiej usunąć się daje, a okoliczność ta właśnie, zdaje się być powodem, że oświetlanie wozów świecami, tak mało się rozpowszechniło.

Rozumie się samo przez się, że skoro w handlu nafta zjawiać się poczęła, używać ją poczęto do oświetlania wnętrza wozów, nafta wydaje bowiem światło bez porównania lepsze, od światła świecy, i jest przytem znacznie tańszą. Nafta posiada jednak dwie ujemne strony, a mianowicie: zanieczyszcza te składowe części lamp, które wyrabiano z mosiądzu, jakoteż, że eksplodować może.

Pierwszą z wymienionych trudności usunąć było można, nie używając do lamp naftowych mosiądzu, drugą zaś trudność, tj. łatwą zapalność nafty, do niedawna jeszcze, usunąć nie zdołano. Z tej to właśnie przyczyny, zakazała w Austryi, generalna inspekcya, używać nafty do oświetlania wnętrza wozów jeszcze w roku 1871, idąc w ślad uchwały

zapadłej w roku 1868 na zgromadzeniu kolei związkowych. Wykluczenie nafty z materyałów używać się mających do oświetlania wnętrza wozów, usprawiedliwiało się tem, że w razie zderzenia lub wykolejenia się pociągów, nafta stać by się mogła powodem pożaru. Dzisiaj jednak, (1878) gdzie się nauczono wyrabiać naftę zapalającą się dopiero przy ciepłocie 50°C., obawa podobna, miejsca mieć już nie powinna. Zezwolenie na używanie nafty do oświetlania wnętrza wozów, sprowadziłoby niezawodnie oświetlanie wozów na inne tory, zniewalając przemysłowców do konstrukcyi lamp, któreby w razach wypadków nie eksplodowały. Że zaś konstrukcye podobne, leżą w zakresie możebności, świadczą nam lampy pomysłu inżyniera *Thoferna* (1878), które jednak z powodu owego zakazu, u nas w życie wejść nie mogły.

38.

Oświetlanie gazem.

Światło, spalającego się w lampie wozów kolejowych oleju, nie sprawia na podróżnym korzystnego wrażenia, niedosyć bowiem, że knot zwęglony, zwijając się w trąbkę, już i tak mdłe światło jeszcze osłabia, ale wyciekający, a zbierający się w szklannej czarze pod lampą olej, pochłania pozostałe promienie, prawie do reszty.

Zaledwie podróżny oswoił się z migocącem światłem, nabiera już przekonania, iż w oczach jego gasnąca lampa, warunkom oświetlania wcale nie odpowiada.

Zważywszy, że oświetlenie, które podróżnych niezadowala, ani też życzeniom zarządu, z powodu trudnej obsługi i kontroli, tudzież możliwej kradzieży, odpowiada, — stosownem być nie może, nabieramy przekonania, że reforma w tej mierze jest konieczną.

Reformę taką sprawiło oświetlanie gazem.

W początkach (1863) oświetlano pociągi tym samym gazem świetlnym, który się używa do oświetlania ulic, i oświetlano wozy w ten sam sposób, jak się oświetla ulice. Gaz, nagromadzony w jednym punkcie pociągu, rozprowadzano bowiem rurami do pojedynczych wozów, gdzie go spalano. Pokazało się jednak, że ponieważ płomień, (płonący w naszych latarniach) konsumuje na godzinę 150 liter gazu, potrzeba do utrzymania kilkunastu płomieni, palących się przez całą noc, wielkich zbiorników, których umieszcza-

nie na pociągu, jakoteż że łączenie rur ze sobą sprawiało trudności.

Chcąc więc gaz użyć do oświetlania wozów, sprawić było trzeba, aby płomień konsumował mniej gazu, jakoteż aby gaz, mniej miejsca zabierał. Obydwom żądaniom uczyniono zadosyć. Pierwszemu, wyrabiając gaz świetlniejszy od gazu zwykłego, drugiemu, ściskając gaz ile możności jak najwięcej.

Każdy wóz otrzymał swój zbiornik odrębny, który, ponieważ go wyrobiono z metalu, obciążać musiano stósownie, aby w nim zawarty gaz pomimo ubytku, pod jednakowym naciskiem pozostawał. Zbiorniki wyrabiane z kauczuku, sciągając się same, skoro gaz uchodzi, były wprawdzie lepsze, nie zupełnie jednak odpowiadały swemu zadaniu, albowiem nie skurczały się w miarę ubytku gazu, a co gorsza, że zmieniały nacisk swój na gaz, z każdą zmianą temperatury. Skutkiem zmian nacisku, nie można było uzyskać płomienia palącego się jednostajnie, co sprawiło, że wrócono napowrót do zbiorników metalowych. W zbiornikach takich, ściskać musiano gaz bardzo znacznie, chcąc sprawić, aby zbiornikinie nabierały zbytniej objętości, a przeto i wagi. Ściskając zaś gaz mocno, przekonano się, że płomień traci znacznie na wielkości, albowiem gaz mocno zgnieciony, skraplać się poczyna.

Dopiero wyrabianie gazu świetlnego z olejów i tłuszczów, zamiast z drzewa lub węgla kamiennego, trudności zażegnać zdołało, albowiem się pokazało, że gaz taki, nietylko że świeci $4^1/_2$ razy jaśniej od gazu zwykłego, ale nadto, że gaz wyrabiany z tłuszczów, mocniej zgniatać się daje aniżeli gaz zwykły. Gazem takim napełniać zaś można jeden centralny zbiornik, lub też zbiorniki mniejsze, osadzone na pojedynczych wozach.

Używając w miejsce kilku, jeden tylko zbiornik, osiągamy tę korzyść, że dla całego pociągu, wystarcza jeden tylko regulator, podczas gdy używając zbiorników rozstawionych na wozach, dla każdego z nich, a więc dla każdego wozu, ustawić trzeba regulator odrębny. Regulator centralny posiada jednak tę ujemną stronę, że wymaga spajania rur przeprowadzających gaz ze zbiornika do wozów, które to połączenia, podlegając nieregularnym ruchom biegnących wozów, sprawiają, że płomień niespokojnie się pali, lub gaśnie. Drugą ujemną stroną używania centralnego zbiornika, widzimy w okoliczności, że skoro wóz z centralnym zbiornikiem, od pociągu się oddali, co się wydarzyć może, dodając do pociągu wozy, lub odczepiając takowe, pozostająca re-

szta pociągu, bez światła się znajduje. Zestawiwszy pociąg trzeba gaz na świeżo zapalać, lub podczas szykowania, używać wozów pomocniczych, posiadających osobne, wyłącznie na ten cel zbudowane zbiorniki.

Pomimo tych wszystkich trudności, używają koleje belgijskie, po dziś dzień jeszcze, zbiorników centralnych, nadając im $2^1/_2$ metrów sześciennych objętości. Koleje niemieckie i austyackie, a za niemi i amerykańskie, używają zaś zbiorników mniejszych, osadzanych zazwyczaj na dnie wozu, lub jeżeli przyrządy do hamowania na to nie zezwalują, umieszczonych na dachu.

Chcąc aby w zbiornikach takich, gaz się nie skraplał, nie można go pozostawiać pod większym naciskiem, jak ciśnieniem wynoszącem $\frac{1}{400}$ atmosfery, t. j. naciskiem 2·5 gramów na □ centimeter przekroju, lub jak to zwykle się mówi, pod takim naciskiem, jaki sprawia słup wody, mający 25^{mm} wysokości. Nacisk ten pozostać musi jednostajnym podczas całej drogi, bo inaczej światło migotać się będzie. Konieczność sprawienia nacisku jednostajnego, wywołała zaś potrzebę *regulatora*, a była to nowa trudność, albowiem konstrukcya odpowiedniego regulatora była sprawą tak zawiłą, iż kwestya oświetlania wozów gazem, nierozwiązalną być się wydawała. Inżynierowi *Pintsch* w Berlinie, udało się w roku 1867 zbudować regulator, który zadaniu dobrze odpowiadał, a który *Brock* w Wiedniu (1875) ulepszył tak dalece, że redukcya ciśnienia gazu i utrzymanie nacisku w jednej wysokości, dzisiaj, wcale żadnej trudności już nie sprawia.

Jak dobrze i spokojnie gaz się pali, widzieć to można *na kolei Północnej, Zachodniej*, jako też przy pociągach kuryerowych między *Wiedniem* a *Berlinem*. Uragan, który w roku 1876 powywracał na niemieckich kolejach setki słupów telegraficznych, który całe pociągi w ruchu wstrzymywał, nie wywarł na oświetlenie wozów, wcale żadnego skutku, a okoliczność ta, świadczy najlepiej, że nietylko regulatory, ale wszystkie składowe części przyrządu do oświetlania, dobrze funkcyonowały.

Co się tyczy materyału, z którego się wyrabia gaz tłuszczowy, zauważać trzeba, że wyrabiać go można z każdego niemal tłuszczu, z odpadków pozostających przy fabrykacyi świec stearynowych, z parafiny, łupku naftowego, a najlepiej ze surowej nafty. Destylując surową naftę przy ciepłocie 100°C., otrzymujemy tak zwaną *gazolinę, ligroinę* i t. p. przy 200°C., przechodzić poczyna ten produkt, który

obecnie w lampach palimy a *naftą* zowiemy. Przy wyższej temperaturze uchodzi sinobarwny olej, mający 0·82 ciężar gałunkowy, a olej ten, jest tym właśnie materyałem, z którego wyrabiamy gaz. Pruska kolej, *Berlin Anhalt*, otrzymuje z tonny oleju tłuszczowego 570, austryacka zaś kolej zachodnia, tylko 480 liter gazu. Gaz potrzebny do oświetlania wozów, nie pobierają koleje z fabryk, gdyż dostarczanie gazu na miejsce, podlegałoby trudnościom, lecz wyrabiają go same, ustawiając fabrykę w pobliżu dworca.

Austryacka kolei zachodnia, wyrabia np. gaz swój sama. Idąc w ślad podań pana *Wottiz*, inspektora tejże kolei, przytoczę następnie kilka szczegółów, tyczących się tej fabrykacyi.

W retortach wyrobiony i oczyszczony gaz, przechodzi najpierw przez młynek, wykazujący ilość wyrobu, z młynka płynie do obmurowanego zbiornika, mającego 50 metrów sześciennych objętości. Ztąd wychodzi gaz, mając prężność 50^{mm} do pompy, uruchomionej siłą pary, zgniatającej go siłą 10 atmosfer. Tym sposobem zgnieciony, a więc mocno prężny gaz, dostaje się do zbiornika, ustawionego w pobliżu szyn, mającego 11·5 metrów sześciennych objętości, a ważącego skoro jest napełnionym, 2·6 tonn.

Ztąd dostaje się gaz, idąc przez ołowiane rury mające 8^{mm} średnicy, a 16^{mm} w świetle, do zbiorników wozowych; do których wpuszcza się go tak długo, dopóki ciśnienie w zbiorniku, nie dojdzie do 6 atmosfer. Zbiorniki wozowe wyrobiono ze żelaza, nadając im kształt rur, mających $1·85^{m}$ długości 420 do 520^{mm} średnicy. W pierwszym razie, waży zbiornik 140 kilogram. i zawiera 255 litrów, w drugim zaś, 207 kilogramów zawierając 384 litrów ścieśnionego gazu. Na wozie osadza się jeden, lub dwa zbiorniki, zależnie od ilości palić się mających płomieni, jako miara służy, że płomień konsumuje 130 liter gazu, która to ilość, jednak wystarcza na 40 godzin. Ze zbiornika dostaje się gaz do regulatora, z którego tracąc w nim swe ciśnienie, wychodzi z taką prężnością, jakiej właśnie do palenia trzeba, tj. prężnością równającą się ciśnieniu słupa wody, mającego wysokość $25^{m}/_{m}$. Regulator zaś, jest to skrzynka, odlana ze surowca, przykryta wyprężoną skórą, nie przepuszczającą gazu. Z jednej strony, znajduje się otwór dla gazu wchodzącego ze zbiornika, z drugiej zaś, otwór dla gazu wychodzącego, a płynącego do lampy, w której się spala. Gaz, wchodząc do skrzynki, poczyna się rozszerzać, przezco ciśnienie jego spada, a gdy ciśnienie spadnie do wartości ciśnienia słupa wody, mającego wyso-

kość $25^{m}/_{m}$, poczyna się skórzana pokrywa wychylać, zamykając przy pomocy odpowiednio ustawionych drążków dalszy dopływ gazu. Spadnie skutkiem uchodzenia gazu, ciśnienie poniżej powyższej wartości, to skóra, wracając do dawnego położenia, odsłania otwór rury dopływowej, skutkiem czego świeży gaz tak długo dopływać będzie, dopóki ciśnienie na skórę nie przewyższy ciśnienia słupa wody, mającego wysokość $25^{m}/_{m}$.

Biegną wozy daleko, to stać się może, że gazu zabraknie, w takim razie mieć trzeba zbiornik zapasowy, z którego w razie potrzeby zasilać by można zbiorniki wozowe. Na ten cel osadza kolej zachodnia na osobnym wozie, używając na to wóz ciężarowy bez dachu i ścian, tak zwany *Lawry*, zbiornik zapasowy, mający 6^{m} długości, a 1^{m} średnicy, posiadający wiec 9·42 metrów sześciennych, czyli 9420 litrów objętości, napełniając go gazem, pozostającym pod naciskiem 10 atmosfer.

Ze zbiornika zapasowego, czerpać można gaz tak długo, dopóki tam osadzony manometr, nie wykaże ciśnienia 4 atmosfer, gdyż wyczerpany gaz pozostawać musi pod naciciskiem 4 atmosfer, jeżeli ma się dobrze palić. Ponieważ zbiornik zapasowy, zawiera w sobie 9420 litrów gazu, więc wydobyć z niego można, czerpiąc do wskazanej granicy $^{4}/_{10}.9420 = 3768$ litrów gazu. Reszta gazu, wynosząca $9420 - 3768 = 5652$ liter, wracać więc musi do gazowni, w której zbiornik zapasowy na świeżo dopełnić trzeba, a to tak, aby gaz pozostawał pod naciskiem 10 atmosfer. Ponieważ zbiornik zapasowy, waży 4 $^{1}/_{4}$ tonn, a wóż więcej jak 15 tonn ciężaru nie uniesie, więc osadzać można na jednym wozie, 3 zbiorniki, przez co znów, przewóz ich, znacznie się ułatwia.

W najnowszym czasie, (1881) próbują koleje wytwarzać gaz potrzebny do oświetlania, w tym samym wozie, w którym się spala, przezco konieczność osadzania na wozach zbiorników, jakoteż przeprowadzania gazu rurami z jednego wozu do drugiego, zupełnie odpada. Kolej *Bałtycka* rozkłada na ten cel wodę, (działaniem kwasu siarkowego na cynk) na dwie składowe: *tlen* i *wód*, z których ostatni, przechodząc przez naczynie napełnione węglowodem, tak dalece się nasyca, że węglowód zamienia się na gaz, użyć się dający do oświetlania. Myśl opisaną, powziął *Baerlund*, czy ona jednak praktyczną się okaże, przyszłość pouczy.

Przeciw oświetlaniu gazem, przemawia obawa pożaru z powodu eksplozyi. Celem przekonania się, czy i o ile obawy podobne są uzasadnione, uszkadzała *kolej szlązka*

zbiorniki napełnione gazem, pozostające pod naciskiem 6 atmosfer, *umyślnie* w ten sposób, że gaz, uchodząc otworem, zapalać się mógł na płonących hyblowinach, usypanych w pobliżu. Płomień gazu gasł jednak wkrótce, a to dlatego, że w chwilach wybuchu, nie ma na tyle tlenu, ile potrzeba do utrzymania płomiemia.

Doświadczenia te, usuwając obawę co do pożaru, jakoteż eksplozyi zbiorników, przyczyniły się wielce, do rozpowszechnienia oświetlania gazowego; jak to już powziąść można z tej okoliczności, że koleje używają gaz nietylko do oświetlania wozów, ale nadto do oświetlania lokomotyw. Na kolejach Europejskich, znachodzimy bowiem obecnie (1880) 43 lokomotyw i przeszło 5000 wozów, oświetlanych gazem. Koleje austryackie oświetlają 142 wozów.

Co się tyczy ilości płomieni ustawionych w jednym wozie, zauważać trzeba, że amerykanie umieszczają w wozach swych, po trzy lampy z których dwie służą do gazu, podczas gdy trzecia, umieszczona pomiędzy tamtemi, nie będąc zapalaną, pozostaje w rezerwie na wypadek, gdyby gaz nie dopisał.

Tam, gdzie pociągi wozów swych nie zmieniają, jak n. p. w niektórych częściach północnej Ameryki, gdzie koleje długiemi liniami prowadzą przez mało zaludnione miejsca, tam oświetlanie gazem okazuje się być korzystnem, u nas zaś, gdzie pociąg co chwilę z innych wozów się składa, gdzie przechodzi podczas jednej jazdy, na rozmaite koleje, z których nie wszystkie mają przyrządy do takiego oświetlania, sprawia napełnianie zbiorników wielkie trudności. Dlatego też, oświetlanie wnętrza wozów gazem, znalazło w Ameryce od dawna już pole otwarte, podczas gdy u nas, dopiero w nowszym czasie w zwyczaj wchodzić poczyna.

Nadmienić należy, że koszta urządzenia oświetlenia jednego wozu, wynoszą u nas, 110—125 guldenów, koszta zaś założenia gazowni, wyrabiającej przy 10 godzinnej pracy, 80 metrów sześciennych gazu, 25000 guldenów.

39.

Oświetlanie wozów światłem elektrycznem.

Światło elektryczne, aczkolwiek od dawna już znane, przecież w najnowszych czasach dopiero poczyna wchodzić w używanie. Dopóki bowiem do wytwarzania światła elek-

trycznego używano stosów Wolty, było oświetlanie nietylko kosztowne, ale nadto żmudne i uciążliwe. Od chwili, w której nauczono się przeobrażać mechaniczną pracę na prądy elektryczne, od chwili więc, w której porzucono stosy Wolty, uzyskano prądy tak silne, o których sile, dawniej nawet nie marzono.

Prądy wytwarzane maszynami dynamoelktrycznemi, aczkolwiek wielce użyteczne i niezbędne do oświetlania ulic, placów, gmachów, sal i t. p. do oświetlania wozów kolejowych, się nadają, albowiem trudność utrzymania przewodu elektrycznego przy pociągu składającego się z wielu wozów, naraża światło na niepewność świecenia, które oświetlaniu wielką ujmę sprawia.

Gdyby zaś chciano wytwarzać prądy elektryczne w każdym wozie osobno, ustawiać by w nim musiano maszynę dynamoelektryczną, do której uruchomienia, wir osi wozowej użyć by trzeba. Ze względu na to, że oś maszyny świetlnej wykonywać musi w minucie 800—1000 obrotów, oś wozu zaś, biegnącego chyżością 10^m na sekundę, ich zaledwie 190 wykonuje, przenosić by trzeba energię wiru osi wozowej, przynajmniej 5 razy na oś maszyny świetlnej, przez co by znów wiele tracono na sile potrzebnej do uruchomiania maszyny swietlnej.

Rzecz by się jednak zmieniła, gdyby:

1. zdołano światło elektryczne dowolnie rozdrabniać.
2. Gdyby nie potrzebowano wytwarzać prądów we wozie lecz na innem miejscu wytworzone prądy, w wozie przechowywać umiano.

W pierwszym razie, używać by można światła elektrycznego, podobnie jak się używa gazu świetlego, i napiętość jego światła byłaby oku znośną; w drugim zaś razie, odpadałaby konieczność przewozu maszyn do wytwarzania prądów, nie byłoby drutów przewodzących prądy z wozu na wóz, przez co pewność i łatwość oświetlania by zyskały.

W najnowszym czasie, udało się obydwie przeszkody, jeżeli nie całkiem, to przecież do wysokiego stopnia usunąć; w jaki zaś sposób to uczyniono, wyjaśnić mają następujące uwagi.

Rozdrabnianie światła elektrycznego natrafiało z tego powodu na trudności, że niemożna było włączyć w jeden obwód prądu elektrycznego, kilku równocześnie świecących się świateł. Niemożebność włączania w jeden przewód kilku świateł, polegała zaś w tem, że prąd elektryczny przechodząc przez smugę świetlną, natrafiał na opór, tak

znaczny, że do oświetlania drugiej lampy prądu już nie stawało.

Gdy jednak zarzące się węgle zesunięto tak blisko do siebie, że się stykały, przekonano się, że światło węgla rozpalonego do żaru, daleko mniej razi, aniżeli światło smugi woltaicznej, jakoteż, że przechód prądu elektrycznego wcale nie jest utrudnionym, tak więc, że w jednym i tym samym obwodzie elektrycznym, utrzymywać było można dowolną ilość, słabszym blaskiem jaśniejących płomieni. Rozdrabnianie światła elektrycznego, zostało więc wynalezione.

Lampy elektryczne świecące żarem rozpalonego węgla, tak zwane lampy *inkandescencyjne*, wydają światło silniejsze od światła świecy, mniej silne od gazu, odpowiadają przeto warunkom oświetlania wozów, bardzo dobrze.

Co się zaś tyczy przechowywania, czyli gromadzenia prądu elektrycznego wytworzonego na jednym miejscu i przenoszenia go (podobnie jak się przenosi jakibądź towar), na miejsce, gdzie się go spożytkuje, ma się rzecz następująco:

Chcąc rozłożyć wodę na jej składniki, potrzebuję na to siły prądu elektrycznego, rozłożywszy wodę, siła użyta do rozkładu, nie ginie, lecz w składnikach jej pozostaje. Składniki wody, gdy się im dozwoli złączyć się napowrót, oddać przeto muszą siłę, która je rozdzielała.

W składnikach wody, nagromadzono więc niejako siłę prądu, a ponieważ składniki te, przenieść mogę po ich rozłożeniu, na miejsce dowolne, i tam ich ze sobą złączać, więc przeniosłem niejako prąd elektryczny z pierwszego, na miejsce drugie.

W podobny sposób przenosić możemy ciepło, nie przenosząc wcale paliwa, z którego powstało. Ażeby zrobić z lodu mającego temperaturę 0^0 C, wodę, mającą również temperaturę 0^0 C, potrzeba, na kilogram lodu, 79 kaloryi. Woda pochłoniła więc 79 kaloryi ciepła, nie ogrzewając się wcale, ciepło to więc odda, skoro w lud się przemieni. W zimnej wodzie mamy więc zasób ciepła, który wyzyskać można, skoro woda marznąć pocznie.

W składnikach wody mamy więc zasób elektryki, którą wyzyskać możemy, skoro dozwolimy, aby składniki ze sobą napowrót się złączyły.

Gdyby sprawiono, aby połączenie się składników następywało *spieszniej*, jak ich rozkładanie się, to w takim razie mechaniczna praca konsumowana w długim czasie rozkładu wody, wydaną by została *naraz*, przezco skutek, byłby daleko większym, trwałby jednak króciej.

Otóż, Francuzowi *Planté*, udało się osiągnąć jedno i drugie, stosy jego, zwane *stosami polaryzacyjnemi*, zbudowane w roku 1873, nietylko że gromadzą prądy elektyczne, ale nadto także je koncentrują. Prąd bowiem, który zbierały przez całą godzinę, wydają później w ciągu jednej minuty. Chcąc elektryką *nabić* stos Plantego wystawić go trzeba na działanie dwóch elementów Bunzena przez 20 minut. Stos, oddaje otrzymany prąd, tak silnie, że działanie upływającego prądu, wyrównywa działaniu 30 elementów Bunzena.

Okazało się wszelako, że aparat Plantego nie odpowiadał wymogom praktyki, przedewszystkiem skupiał zamało siły elektrycznej, wskutek czego wymagał częstego nabijania, następnie wydzielanie się *wodu* (H) znacznie manipulacyę utrudniało. Z tych więc powodów, aparat ten, nie doznał poparcia i zaledwie znalazł zastósowanie w szpitalach elektro-terapeutycznych.

Dopiero znakomita poprawka francuzkiego inżyniera pana *Faure*, uskuteczniona w roku 1881, uznanie sobie zjednała, a to tak dalece, że stosy pana Faure, użyć już próbowano do oświetlenia wozów kolejowych.

Z końcem roku 1881 próbowano bowiem na angielskiej kolei *London-Brighton* oświetlać wozy światłem elektrycznem, wytwarzanem aparatem systemu Faure. Doświadczenie pouczyło, że do uzyskania światła świecącego blaskiem żaru rozpalonego węgla, błyszczącego w 12 lampach systemu *Swan*, rozstawionych w wozie, 32 elementów *Faura*, zupełnie wystarczało.

Chcąc zrozumieć znaczenie stosów polaryzacyjnych, zważyć trzeba co następuje:

Wprowadzę platynowe bieguny zwyklego stosu Wolty do wody, to wydzielać się będzie na jednym z nich *wód* (H) na drugim zaś *tlen* (O), wyłączę zaś z obwodu stos Wolty, to się przekonam, że w obwodzie powstanie prąd elektryczny, trwający chwilkę tylko, który ma odwrotny kierunek, od prądu wytwarzanego pierwotnie w stosie Wolty. Krótko trwający ten prąd, nazwano prądem drugorzędnym, lub prądem *polaryzacyjnym*. *Gautherot* spostrzegł prąd taki już w roku 1801, a więc rok po zbudowaniu pierwszego stosu elektrycznego przez Woltę.

Polaryzacyjny prąd, powstał zaś skutkiem tego, że platynowe druty, które służyły do rozkładu wody, po wyjęciu z wody, nie były już jednakie. Na jednym z nich pozostała bowiem cieniuchna powłoka *wodu*, tak więc, że wstawiając po wyłączeniu stosu, druty takie do wody, wstawiamy do niej dwa ciała: platynę i wód, które to

ciała, tworząc niejako *nowy stos* Wolty, świeży prąd wydawały.

Gdyby można było przytrzymać wód osadzający się na jednej z blaszek platynowych, nieco dłużej, n. p. kilka godzin, to blaszki platynowe, które przed godziną służyły do rozkładu wody, użyć by można po upływie godziny, łącząc je ze sobą, a wykluczając stos Wolty do samodzielnego wydawania prądu.

Ritter próbował w roku 1803 najrozmaitsze kombinacye metali, w celu przytrzymania jednego ze składników jakiegoś elektrolita, zabiegi jego, nie zostały jednak uwieńczone dobrym skutkiem, dopiero doświadczenia fizyków *Sinsteden* (1854) *Planté* (1873) *Faure* (1881) pchnęły sprawę na inne tory.

Jednakże, biorąc rzecz teoretycznie, oddać Plantemu należy sprawiedliwość, że on właśnie rozwiązał to wielkie zagadnienie, konserwowania i gromadzenia siły elektrycznej, Faure, nowego nic nie odkrył, a jeno tylko udoskonalił wynalazek Plantego.

Myśl budowy aparatu pana Faure, jest zaś następująca:

Ołów tworzy dwa związki z *tlenem*, jeden, który jest proszkiem żółtym, zwie się *tlenkiem ołowiu* (Pb.O), drugi zaś posiadający więcej tlenu, jest proszkiem czerwonym i zwie się *minią* ($Pb_3.O_4$).

Owóż *Faure*, używa dwie blaszki ołowiu i łączy je, jak to zwykle się dzieje chcąc rozkładać wodę, z bateryą. Blaszki ołowiane nie są jednak czyste, lecz powleczone żółtą warstwą tlenku ołowiu (Pb.O). Pod wpływem prądu elektrycznego, woda zaczyna się rozkładać, dokoła jednej blaszki wywiązuje się *tlen*, a napotykając Pb.O, z nim się łączy, tworząc $Pb_3.O_4$, przezco barwa żółta, zamieni się na czerwoną. Do koła zaś drugiej blaszki, wydobywa się *wód*, a napotykając również Pb.O, łączy się z jego tlenem tworząc wodę, przezco z blaszki tej powłoka żółta znika tak, że blaszka czystem ołowiem się staje.

Trwa prąd elktryczny należycie długo, to jedna blaszka oczyści się zupełnie, będzie ołowianą, druga zaś, powlecze się warstwą minyi. W chwili tej, przerywa się prąd; blaszki zaś, przechowuje się. W minyi, osadzonej na blaszce, nagromadzoną bowiem została praca stosu Wolty, którą to pracę, we formie prądu elektrycznego napowrót uzyskać można, wstawiając obydwie blaszki w naczynie z wodą.

Im grubszą będzie warstwa minyi osadzonej na jednej z obydwóch blaszek, tem więcej elektryki aparat w sobie nagromadzi. Doświadczenie wykazało, że siła elektrobódzca

elementu Faure $2^1/_4$ razy przewyższa siłę elementu Wolty, jakoteż że opór elementu Faura, mającego 25^{cm} wysokości i 12^{cm} szerokości, (takie bowiem rozmiary posiadają obydwie w jeden wałek zwinięte blaszki oddzielone od siebie warstwą filcu) wykazuje opór wynoszący tylko 0·006 *omady*, czyli tak samo wielki opór, jaki przewodowi elektryki stawia drut żelazny, używany w telegrafie (mający 4 $^m/_m$ średnicy) mający 62^{cm} długości.

Stos *Faura* waży 25 kilogramów, wydaje 2 *Wolty* siły motorycznej, i dostarczać może meterkilogram mechanicznej pracy, przez 3 godziny czasu.

Ile zaś elementów złożyć trzeba w jednę bateryę chcąc utrzymać światło elektryczne, zależy naturalnie od oporu, jaki lampą stawia, jakoteż od siły prądu, jaką w drucie przewodowym utrzymywać chcemy.

Przyjmując, że siła prądu w drucie przewodowym, nie śmie więcej wynosić, jak 1 *Amperę*, lampa zaś żarowa, stwawia 50 *omad* oporu; to obliczamy ilość *n*, w jednę bateryę, złożyć się mających stosów *Faura*, podług prawa *Ohma*, jak następuje:

Wyraża *A*, siłę prądu mierzoną w *Amperach*, *W*, siłę elektro-wzbudzającą (elektro-motoryczną) mierzaną w *Woltach*, *O*, opór mierzony w *omadach*, to mamy:

$$A = \frac{W}{O}$$

wynosi siła elektro-wzbudzająca *w woltów* w jednym stosie, a mamy *n* stosów, to wyniesie całkowita siła motoryczna: W = n.w woltów.

Stawia lampa żarowa systemu *Swan*, *o*, omad oporu, opór zaś jednego elementu *Faura* wynosi 0·006 *omad*, to wynosi całkowity opór bateryi złożonej z *n* elementów *Faura*, O = (0·006 n + o) omad. Siła prądu wydanego przez bateryę, wyniesie przeto:

$$A = \frac{n.w}{0{\cdot}006\ n + o}$$

amper.

Ze względu na to, że jest:

$$A = 1,\quad o = 50,\quad w = 2$$

otrzymujemy:

$$A = \frac{2\ n}{0{\cdot}006\ n + 50}$$

zkąd wypada:

$$n = 25$$

co znaczy, że nie chcąc mieć w drucie przewodowym silniejszego prądu, jak jednę *amperę*, złożyć trzeba bateryę z 25 stosów *Faura*.

Ponieważ jeden stos *Faura* wydaje przez 3 godziny pracę 1 meterkilograma, więc baterya nasza, wyda: $25 \times 1 = 25$ meterkilogramów pracy przez 3 godziny. Ponieważ do utrzymania jednego płomienia żarowego, potrzeba meterkilogram pracy, więc baterya wydająca 25 meterkilogramów, starczy do zasilania 25 lamp żarowych przez 3 godziny, lub do utrzymywania światła w jednej lampie przez $3 \times 25 = 75$ godzin.

40.

Oświetlanie pociągów na zewnątrz.

Do roku 1842 nie znachodzimy na kontynencie nigdzie jeszcze świateł na pociągach; kolej z *Lipska* do *Drezna*, zdaje się być pierwszą, która pociągi oświetlać zaczęła.

Do oświetlenia tak sygnałów, umieszczonych na zewnątrz pociągu, jakoteż do lamp osadzonych we wnętrzu wozów, używano w Anglii tłuszczów zwierzęcych, na kontynencie zaś, olejów roślinnych, a zwyczaj ten przechował się aż do roku 1848.

W tym roku zjawia się w Hamburgu brunatny płyn, okazujący 43° na skali areometru Beaumé, który paląc się, wydawał dosyć dobre, chociaż mocno kopeć osadzające światło. Płyn ten wprowadzony w handel pod nazwą *fotogeny*, otrzymano przy suchej destylacyi łupku lub węgla kamiennego, przywożonego jako balast na okrętach hamburskich, wracających ze Szkocyi. Z tonny (1000 klgr.) łupku otrzymywano 30—40 kilogramów fotogeny, a tonna destylatu, któremu później nadano nazwę *hydrokarbury*, kosztowała podówczas loco Wiedeń 860 złr., czyli kilogram 86 ct., podczas gdy dzisiaj kilogram nafty kosztuje 16 ct. Pomimo tej wysokiej ceny, próbowano używać hydrokarbury, do oświetlania sygnałów, próby wypadły jednak nie korzystnie, gdyż nie umiano wtedy wyrabiać produktu, który by bez znacznego kopcenia się palił. Świadomych rzeczy, okoliczność ta jednak wcale nie zrażała, gdyż wiedzieli oni,

że przyczyną kopcenia, są przymieszki, z których płyn oczyścić należy. Zwrócono też uwagę na konieczność dobrego oczyszczania, i doprowadzono niebawem do tego, że fotogena palić się dała wprawdzie nie w lampach pokojowych, lecz w lampach sygnałowych, umieszczonych na zewnątrz wozu. Przewiew powietrza bowiem sprawiał, że lampy sygnałowe dosyć dobrze świeciły, podczas gdy w latarkach ustawionych we wnętrzu wozu, fotogena zawsze jeszcze kopcić nie przestawała.

Prokesz, inżynier austryackiej kolei Północnej, zajął się zaraz od początku ukazania się fotogeny, kwestyą użycia jej na cele oświetlania pociągów. Szereg doświadczeń zwrócił wreszcie uwagę jego na olej skalny, który u nas w Galicyi znanym był pod nazwą *ropy*, której ślady znaleziono po raz pierwszy już w latach 1810—1818, kopiąc za siarką i ołowiem w okolicy *Truskawca*.

We wsi *Hubicze*, w pobliżu dzisiaj słynnego *Borysławia*, istniała bowiem już w roku 1817 fabryka, która dostarczać miała *nafty* (destylowanej ropy) do oświetlania miasta *Pragi*, tamtejszy magistrat obstalował bowiem 300 centnarów tejże cieczy.

Przesyłka ugrzęzła jednak w *Przemyślu*, nie dochodząc wcale do Pragi, a okoliczność ta, zrodziła mniemanie, jakoby fabrykat *Heckera*, tak bowiem nazywał się właściciel owej fabryki, do oświetlania nie był stosownym, skutkiem czego o ropie, wnet zapomniano.

Wieśniacy jedynie, czerpali jak przódy tak i później, na powierzchni potoków ze szczelin łopków, spływającą ropę, używając ją do przyprawiania tak zwanych smolaków, służących do rozpalania ognia. Później używano ropy do garbowania skór zwierzęcych, do smarowania wozów, jako światło, spalając ją w kagankach, a nareszcie jako środek leczniczy.

W roku 1838 czerpano ropę, już w 20 punktach kraju naszego, a w tym to właśnie roku zaciągniono ją w szereg płodów przyrody, których wydobywanie prawu górniczemu podlega. Nie długo jednak tem dobrodziejstwem się cieszono, prawo to, zniesiono bowiem już w roku 1840, zabijając tem samem, ledwie co rozwijać się poczęty przemysł, już w samym zarodku.

Zapomniano tedy o ropie po raz drugi, aż dopiero wystąpienie fotogeny w roku 1848, zwróciło uwagę na produkt gór naszych.

Z końcem wspomnionego roku przedstawiło bowiem dwóch przemysłowców: *Schreiner* i *Stiermann*, w aptece

Mikolasza we *Lwowie* olejek zielonawego koloru, uzbierany na powierzchni strumyków płynących w okolicy *Drohobycza;* ówcześni prowizorowie apteki: *Zech* i *Łukasiewicz*, zajęli się analizą olejku, a ostatni odkrył w nim, *surową naftę.*

Naftę próbowano zaraz destylować, destylat był jednak tak mało jeszcze czystym, że do palenia w lampach żadną, miarą się nie nadawał.

Po wielu próbach udało się wreszcie (1853) otrzymać destylat bezbarwny, który już znośnie w lampach się spalał, a mając taki destylat, uwiadomił Łukasiewicz Prokesza, który też niebawem zjechał do Lwowa. Do zawarcia kontraktu jednak nie przyszło, gdyż nie znalazł się ani jeden przedsiębiorca, który by mógł dostarczyć dla kolei Północnej potrzebnej ilości nafty. Po usilnych zabiegach zdecydowali się wreszcie wspomniani już przemysłowcy Schreiner i Stiermann, na roczną dostawę 10 tonn nafty. Niezawarcie kontraktu nie zraziło jednak przemysłowców bynajmniej, jak to świadczy okoliczność, że już w roku następnym (1854) dostawili na targ wiedeński 15 tonn nafty. Ponieważ w roku 1854 kolej żelazna wykończoną była dopiero do *Krakowa*, przeto rzeczony transport nafty odbywać się musiał 225 kilometrów szosą, a 525 kilometrów koleją, aby konkurować w Wiedniu z fotogeną hamburską. Z powodu braku odpowiedniej komunikacyi, była konkurencya trudną, pomimo to dostarczano rok rocznie, chociaż nie wielkich ilości nafty, jednak przynajmniej tyle, że jakaś część potrzeb kolei Północnej — podówczas jedynej konsumentki naszej nafty, pokrywaną być mogła.

Łukasiewicz ulepszał destylat swój co raz więcej, a wydoskonalił go wreszcie do tego stopnia, że szpital powszechny we Lwowie oświetlano już w roku 1855 naftą jego wyrobu. Naszej to prowincyi zawdzięcza świat wynalazek, który jednak dopiero wtedy zjednał sobie uznanie, gdy go amerykanie w swoje ręce wzięli.

Rafinerya nafty w *Klęczanach* (w pobliżu Sącza), będąc aczkolwiek pierwszym zakładem w tym rodzaju, uwagi na się nie zwracała, dopiero gdy Amerykanie *Toch* i *Heindl* urządzili w roku 1859 rafineryę nafty w *Otakring* (w pobliżu Wiednia) i na wielką skalę, wyrabiać w niej poczęli, płody źródeł odkrytych w *Pensylwanii*, zwrócił świat swą uwagę na ten przemysł nowy.

Niesłychana gorączkowość ogarnia wiejskich obywateli i przemysłowców naszych, wszystko *kopie naftę*, w całej niemal Galicyi pojawiają się kopalnie, a nafty poczyna się

zjawiać tak wiele, że ciecz ta, poczyna konkurować w Wiedniu z przybyszem amerykańskim.

Pomimo to, oświetlanie naftą, postępów nie robiło, nie miano bowiem jeszcze lampy, w którejby spalać było można bez kopcia, aczkolwiek wysoko, zawsze jednak niedostatecznie czyszczony produkt naszej ziemi.

Destylat i lampa należą bowiem tak do siebie, jak tor i lokomotywa. Jedno bez drugiego, wartości niemal nie posiada. Gdy się więc nauczono naftę *destylować* myśleć musiano o *konstrukcyi lampy*.

Tutaj było jednak więcej trudności do zwalczania, jak się spodziewano, albowiem lampy używane do oliwy, żadną miarą do nafty nadawać się nie chciały. Nafta zawierając w sobie daleko więcej węgla aniżeli oliwa, wymagała bowiem mocniejszego ciągu powietrza, którego zaś uzyskać nie umiano.

Ditmarowi, fabrykantowi lamp olejnych w Wiedniu, udało się wreszcie po wielu bezowocnych próbach, zbudować w roku 1862 lampę, w której nafta dobrze się paliła.

Wynalazek lampy naftowej, wpłynął tak znakomicie na rozwój przemysłu nafciannego, że podczas gdy w roku 1862 produkowano rocznie w Galicyi zaledwie 100 tonn nafty, wyszła obecnie (1880) produkcya nafty w Galicyi:

zachodniej do.	10300
wschodniej „	16000
razem . . .	26300

tonn, z której to ilości na cele oświetlania 11000 tonn wychodzi, podczas gdy reszta, wynosząca 15300 tonn, przerabianą zostaje na oleje i smarowidła.

U nas w Galicyi kopią obecnie (1880) naftę w 154 miejscach, rozsianych na obszarze 180 mil kwadratowych, do ważniejszych kopalń, zaliczamy kopalnie: *Bóbrka*, *Borysław*, *Berkomety*, *Dzwiniacz*, *Harklowa*, *Kimpolung*, *Krasna*, *Klęczany*, *Męcina*, *Pieczeniżyn*, *Ropianka*, *Sękowa*, *Starawieś Siary* i t. p.

Nie we wszystkich miejscach jednak, znajdują się rafinerye, zakładów takich, znachodzimy bowiem tylko 40.

Statystyka uczy, że roczny konsum nafty, szacować wypada na $3^1/_2$ kilogramów na głowę, zkąd wynika, że Galicya, 130000 tonn nafty rocznie konsumuje, a ponieważ ona produkuje tylko 26300 tonn, więc podaż, wynosi zaledwie $^1/_5$ popytu.

Następująca, przez *Bratasiewicza* zestawiona tabliczka, uwidocznia roczny import nafty do Austryi.

Dowóz nafty wynosił					
w roku	tonn	w roku	tonn	w roku	tonn
1865	3259	1870	32484	1875	80750
1866	4787	1871	41105	1876	83640
1867	6368	1872	46745	1877	104361
1868	12575	1873	64531	1878	105059
1869	19871	1874	68860	—	—

Licząc, że do wozu kolejowego, władować można 6 tonn nafty, potrzeba do przewozu w roku 1878 do Austryi importowanej nafty nie mniej, jak 17500 wozów; licząc, że pociąg składa się z 20 wozów, potrzebowano do owego przewozu, 875 pociągów, dziennie więc po 2 pociągi. Gdyby przewiezioną naftę wlano w cysternę, to mieć by ona musiała 100^m długości, 100^m szerokości, a wyżej 13^m wysokości.

Przemysł naftowy, obniżył cenę nafty do tego stopnia, że podczas gdy tonna nafty kosztowała w roku 1854, 720 guldenów, dostać ją można obecnie, za 160 złr.

Składowe części nafty, jakoteż jej ciężar gatunkowy, zawiera następująca tabliczka:

Pochodzenie nafty:		ciężar gatunkowy	olej do oświetlania	olej do smarowania	parafina	pozostałość
			%			
Galicya..	Bóbrka.....	0 874	60	20	—	20
	Siary	0·876	52	37	—	11
	Sękowa	0·810	71	19	—	10
	Męcina.....	0·850	57	31	—	12
	Ropica. r.....	0·838	43	43	—	14
	Borysław	0·730	70	8	8	14
Ameryka.	Pensylwania ..	0·9	41	39	2	18
	Kanada.....	0·8	36	43	3	18
Indye ...	Birma.....	0·9	41	40	6	13

Surowa nafta, *ropą* zwana, posiada silny, sobie właściwy zapach bituminowy, a skład jej, wyrażają chemicy wzorem:

$$C_n H_{(n+2)}$$

z którego widzimy, że ropa tlenu wcale nie zawiera, jakoteż, że posiada zawsze o 2 atomy więcej wodu (H), aniżeli węgla (C).

W szczególności zaś, składa się nafta:

galicyjska . . . . . $C_{23}.H_{25}$
amerykańska . . . . . $C_{24}.H_{26}$
hanowerska . . . . . $C_{16}.H_{18}$

i t. p.

Jak już wspomniano, ropy bez oczyszczenia, do oświetlania używać nie można, oczyszczanie ropy ma zaś na celu, wydostać z niej nietylko bezbarwny i o ile możności przykrej woni pozbawiony produkt, ale nadto przez odebranie lotnych, łatwo zapalnych części, uczynić ją bezpiecznym artykułem handlowym, a wreszcie odłączając od niej ciężkie produkta, bogate we węgiel, a tem samem z trudnością spalające się przy zwykłym dostępie powietrza, uzyskać jasno świecącą *naftę*.

Rezultat ten, osiągnąć można cząstkową destylacyą surowej nafty. Przy takiej destylacyi odchodzą najpierw lekkie produkta, później, w miarę podnoszenia się ciepłoty, coraz cięższe, ostatnie uchodzą przy ciepłocie wyżej 300° C.

Produkta otrzymane przy cząstkowej destylacyi, rozdzielane według temperatury wrzenia, są zaś podług pana *Nawratila* następujące:

Rhigolen	ciecz	wrząca	od	40— 70° C
Gazolina	„	„	„	70 – 100
Ligroina	„	„	„	100—120
Lekki olej	„	„	„	120—170
Nafta	„	„	„	170—300
Ciężkie oleje	„	„	„	300 – 400

Nafta odchodząca z destylarni, nie jest jeszcze gotowym artykułem handlowym, ma ona bowiem jeszcze żółtą barwę wina, niemiłą woń i jest zapalną, gdyż zawiera w sobie pewną ilość lotnych produktów, które z cięższemi przeszły podczas destylacyi; dlatego też przekroploną naftę czyścić trzeba, którą to czynność *rafinowaniem* zowiemy.

Czyszczenie odbywa się koncentrowanym kwasem siarkowym. Nafta dobrze oczyszczona, jest bezbarwną cieczą, opalizującą niebieskawo, mającą 0·810—0·825 ciężar gatun-

kowy. Paląca się zapałka zanurzona w nafcie gaśnie, nie zapalając jej, gdyż nafta taka, zapala się dopiero przy ciepłocie 38° C, i to nie od *żaru* lecz od *płomienia*.

Porównywując świetlność płomienia nafty z innemi światłami, otrzymujemy następujące zestawienie:

świetlność oleju rzepakowego . .	1.00
„ świecy łojowej . . .	0.10
„ „ stearynowej .	0.15
„ „ woskowej . .	0.16
„ gazu świetlnego . . .	1.27
„ nafty	1·38

Co się tyczy ilości nafty, spalającej się w rozmaitych lampach używanych na drogach żelaznych, pouczają doświadczenia, przeprowadzone na wielką skalę, że na godzinę spala się przeciętnie:

nafty 19 gramów
oleju 6 „

O ile zaś konsumcya nafty zależy od wielkości knota i konstrukcyi lampy, wykazuje następująca tabliczka:

Gatunek płomienia	knotu		olej rzepakowy	nafty
	kształt	szerokość w milimetrach	na godzinę wychodzi gramów	
Latarnia na lokomotywie . . .	okrągły	18	—	15
„ „ semaforach				16
„ „ zwrotnicach				16
Lampa biurowa	płaski	24	—	23
„ w kandelabrach				25
„ na werandach				20
Zwykła ordynarna latarka . .		17	—	18
Latarka sygnałowa		11	7	—
„ dla starażników		11	5	—

Ponieważ latarki, w których palimy olej, mają tylko wązkie, lampy naftowe zaś, bez mała dwa razy szersze knoty, więcby trzeba konsum oleju przynajmniej podwoić, chcąc otrzymać porównawcze daty, tyczące się kosztów oświetlenia jednym i drugim materyałem. Przyjmując, że kilogram nafty kosztuje 20 ct., kilogram oleju rzepakowego zaś 50 ct., kosztować będzie godzina oświetlenia naftą 3·8 centów, olejem 6·0 centów.

W najnowszym czasie (1882), poczynają koleje używać do oświetlenia sygnałów umieszczonych na pociągach, *światła elektrycznego.*

Sedlaczek, inżynier austryackiej kolei arcyksięcia Rudolfa, zbudował lampę taką, którą osadza na czele lokomotywy, tak, że skręcać ją można dowolnie ze stanowiska, w którym maszynista się znajduje.

Przyrząd do oświetlania składa się z 3 części, a mianowicie: z lampy, z maszyny dynamoelektrycznej, wydającej prąd elektryczny, który w lampie wytwarza łuk Wolty, a nakoniec z małej maszyny parowej, służącej do uruchomiania maszyny dynamoelektrycznej.

W grudniu roku 1881 robiono na 70 kilometrowej przestrzeni między *Paryżem* a *Damartin* lampą Sedlaczka próby. Na lokomotywie osadzono małą maszynę parową systemu *Brotherhood*, która otrzymując parę z kotła lokomotywy, pracowała siłą 3 koni, poruszając maszynę świetlną systemu *Gramme*, która zasilała prądem elktrycznem lampę systemu *Sedlaczek.*

Podczas jazdy pokazało się, że lampa elektryczna oświetla przestrzeń półkilometrową tak rzęsiście, że szlak kolejowy oświetlonym był jakby w dzień. Przy oświetleniu takim, widziano najdrobniejsze szczegóły na linii jak najwyraziściej, barwy sygnałów osobliwie dobrze się wydawały. Każdy z uczestników tej próby, powziął przekonanie, że używając do oświetlania pociągów na zewnątrz światła elektrycznego, bezpieczeństwo ruchu, w wysokim stopniu zyskuje. Mając taką lampę, jedzie się w nocy poniekąd bezpieczniej niż w dzień, gdyż maszynista, nie widząc przed sobą nic innego jak tylko tor, na wszelkie zdarzenia baczniejszym się staje.

Podnieść należy, że lampa Sedlaczka pali się, pomimo szturkań nawiedzających lokomotywę, bardzo spokojnie, co zaś uzyskano tym sposobem, że sztabki węglane, ustawiono na korkach pływających na oliwie zawartej w *rurach komunikacyjnych.*

41.

Przewietrzanie wozów.

Człowiek wydziela ze siebie bezwodnik kwasu węglowego, amoniak, kwas masłowy, kwas baldrianowy, parę wodną i kilka jeszcze innych gazów.

Nagromadzi się w powietrzu tak dużo wydzielin, że powietrze niemi się nasyci, to organizm ludzki, (znajdujący się w takiem powietrzu) nie mogąc wydawać zbędnych mu wydzielin; przestaje produkować tyle ciepła, ile do utrzymania zdrowia jest koniecznem. Powietrze takie zwilży się wnet do tego stopnia, że transpiracya ciała odbywa się z trudnością, a gdy zważymy, że wydzieliny, które natura z ciała usuwa, znów do płuc się dostają, pojmiemy, że pobyt w miejscu nieprzewietrzanem, szkodzić musi zdrowiu.

W wozie mającym 50 metrów sześciennych objętości, w którym siedzi 20 osób, zanieczyszcza się powietrze do tego stopnia, że mięszanina wyziewów i powietrza, już po upływie 5 minut, zdrowiu szkodliwą być zaczyna.

Ze powietrze zanieczyszczane wydzielinami człowieka i płomieniami, któremi komnaty oświetlamy, zabójczem stać się może, świadczy nam znana katastrofa, gdzie po bitwie pod *Austerlitz* z 300 austryackich jeńców, z braku powietrza, 260 w jednej nocy zginęło.

Na statku *Londonderry*, zamknięto w roku 1838 podczas burzliwej nocy 150 ludzi w kajucie tak ciasnej, że na człowieka wypadło tylko $^1/_5$ metra sześciennego miejsca. Gdy nad ranem kilku więźniów gwałtem na pokład się wydobyło, znaleziono w kajucie 72 trupów i wielu konających, a analiza wykazała, że powietrze zawierało 10% domieszek, szkodliwych zdrowiu.

Chcąc pomimo oddychania ludzi, i wyziewów płomieni, któremi wnętrze wozu oświetlamy, utrzymać w wozie powietrze *zdrowe*, trzeba wydzieliny wydalać w miarę jak się one tworzą. Gdyby wydzieliny nie mięszały się z powietrzem, to wydalenie ich uskutecznić by się dało z łatwością, bo nietrzebaby w takim razie nic więcej, jak tylko wydzieliny usunąć, a na ich miejsce wpuścić powietrze świeże.

Z powodu mięszania się wydzielin z powietrzem, przedstawia się sprawa podobnie, jakby do beczki napełnionej

czystą wodą, dopływał bezustanku barwnik, który z powodu ustawicznego mięszania, wszystką wodę jednako zabarwia.

Chcąc dolewaniem czystej, a równoczesnem odprowadzaniem zabarwionej wody, utrzymać w beczce wodę bezbarwną, nie wystarcza odlewać z beczki tyle wody, ile barwnika dochodzi, lecz odprowadzać trzeba, daleko więcej zabarwionej wody, a ponieważ beczka zawsze musi być pełną, więc dostarczać trzeba daleko więcej świeżej wody, aniżeli barwnika dopływa.

Wynika ztąd, że chcąc w wozie, pomimo światła i wydzielin człowieka, utrzymać powietrze zdrowe, dostarczać trzeba do wnętrza wozu daleko więcej powietrza, aniżeli wydzielin się tworzy. Dostarczanie zaś świeżego powietrza, zowiemy *przewietrzaniem.*

Ile zaś powietrza do wozu dostarczać trzeba, chcąc sprawić, aby tam znajdujące się powietrze było zdrowem, obliczyć można jak następuje.

Ponieważ analiza wyziewów szkodliwych zdrowiu, nie jest operacyą zbyt prostą, a z drugiej strony, z doświadczenia wiemy, że ilość takich wyziewow wzrasta w miarę przyrostu bezwodnika kwasu węglowego (CO_2), więc służyć może ilość tegoż bezwodnika, jako miara szkodliwości wyziewów.

Ilość bezwodnika kwasu węglowego (CO_2), którą człowiek na godzinę wydaje, zależy nietylko od wieku i płci, ale nadto od tego, czy człowiek spoczywa lub też pracuje.

Vierordt podaje, że człowiek, z każdem tchnieniem wydziela $^1/_2$ litry powietrza zawierającego w sobie 4% CO_2, a ponieważ podług badań *Hutschinsona* człowiek oddycha w ciągu godziny 1050 razy, więc wydziela na godzinę: $^1/_2 \times 1050 = 510$ litrów powietrza, w którym, na 100 litrów, znachodzi się 4 litry CO_2. Na godzinę wydaje więc człowiek $\frac{510.4}{100} = 20$ litrów CO_2.

Pąląca się świeca stearynowa, wydziela na godzinę 11 litrów CO_2, a więc połowę tego co człowiek. *Erisman* przytacza następującą tabliczkę:

Bezwodnika kwasu węglowego (CO_2) wydziela na godzinę	
przedmiot	litrów
świeca konsumująca na godzinę 20·7 gramów stearyny	11·3
człowiek, przeciętnie	20·0
światło elektryczne, równające się 100 płomieniom gazowem, a konsumujące na godzinę 12 gramów węgla	22·0
lampa, konsumująca na godzinę 22·4 gramów, czyli 0·025 litrów oliwy	31·2
lampa naftowa, konsumująca na godzinę 35·5 gramów, czyli 0·045 litrów nafty	56·8
płomień naftowy, konsumujący na godzinę 50·5 gramów, czyli 0·064 litrów	61·6
płomień gazowy, konsumujący na godzinę 127 litrów gazu świetlnego	86·0
płomień gazowy, konsumujący na godzinę 140 litrów gazu świetlnego	92·8

Znając ilość na godzinę wydzielonego CO_2, obliczyć można ilość powietrza dostarczać się mającego na godzinę, do wnętrza wozu jak następuje:

Metr sześcienny świeżego powietrza zawiera $^1/_2$ litry CO_2, domieszka ta, zdrowiu jednak nie szkodzi, *Pettenkofer* przyjmuje, że skoro domieszka CO_2 nie wynosi więcej jak *litrę na metr*, człowiek powietrzem takiem bez narażenia zdrowia, oddychać może. W wozach kolejowych, gdzie naturalny przewiew powietrza jest znacznym, cierpieć można podług pana *Wolfhuigel*, domieszkę wynoszącą $1^1/_2$ litry CO_2 na metr sześcienny powietrza.

Wydzielamy na godzinę w litrów CO_2, to trzeba do ilości tej, doprowadzać x metrów sześciennych powietrza, aby mięszanina tym sposobem otrzymana, nie zawierała więcej jak $^3/_2$ litrów CO_2, na metr sześcienny powietrza.

Ponieważ metr sześcienny świeżego powietrza zawiera $^1/_2$ litra CO_2, więc w x metrach powietrza, znajdzie się $\frac{x}{2}$ litrów CO_2. Po upływie godziny, mieć przeto będziemy $\left(w + \frac{x}{2}\right)$ litrów CO_2, a ponieważ jednemu litrowi CO_2, odpowiadać ma $^2/_3$ metrów sześciennych powietrza, więc $\left(w + \frac{x}{2}\right)$ litrom CO_2, odpowiada $^2/_3 \left(w + \frac{x}{2}\right)$ metrów sześciennych powietrza, a ponieważ na godzinę dostarczamy x metrów sześciennych powietrza, więc mamy równanie:

$$^2/_3 \left(w + \frac{x}{2}\right) = x$$

z którego wypada:

$$x = w \quad . \; . \; . \qquad (14$$

co znaczy, *że na każdy litr wywięzującego się bezwodnika kwasu węglowego, dostarczyć trzeba do wnętrza wozu metr sześcienny powietrza.*

Człowiek wydziela na godzinę 20 litrów CO_2. Na głowę i godzinę, dostarczać przeto trzeba do wnętrza wozu, 20 metrów sześciennych świeżego powietrza. Siedzi we wozie 20 osób, a wóz oświetlono 4 płomieniami gazowymi, to wynosi konsum powietrza na godzinę:

20 osób konsumuje $20 \times 20 =$	400
4 płomienie à 86 metrów, konsumują. . .	344
razem . . .	744

metrów sześciennych powietrza, a ponieważ wóz ma 50 metrów sześciennych objętości, więc w godzinie, przewietrzać go trzeba $\frac{744}{50} = 15$ razy, gdyby go zaś nie oświetlano, wystarczyłoby $\frac{400}{50} = 8$ razowe przewietrzanie.

Ze względu na to, że dostarczać trzeba do wnętrza wozu, tyle *powietrza*, ile wynosi produkcya CO_2, zawiera powyżej przytoczona tabliczka, ilość metrów sześciennych *powietrza*, którą na godzinę dostarczać trzeba. Widzimy z niej, że człowiek konsumuje 2 razy tyle powietrza co świeca, płomień naftowy, 3 razy tyle co człowiek, płomień gazowy, blisko 5 razy tyle.

Ciekawem w tej mierze jest światło elektryczne. Swiatło takie, konsumuje na godzinę 22 metrów sześciennych powietrza, ponieważ jednak wydaje świetlność 100 płomieni gazowych, więc wypada na świetlność jednego płomienia, tylko $\frac{22}{100} = {}^1/_5$ metra sześciennego powietrza, podczas gdy płomień gazowy potrzebuje $\frac{92{\cdot}8}{{}^1/_5} = 464$ razy tyle. Widzimy więc, w jak małym stopniu światło elektryczne zanieczyszcza powietrze, jak wielce więc do oświetlania wozów się nadaje.

Sądzić by można, że ponieważ, nie tyle CO_2, jak raczej towarzyszące mu wyziewy procesu oddychania, czynią powietrze zdrowiu szkodliwe, bezwodnik kwasu węglowego, niemający takich przymieszek, skoro tylko w nadmiarze nie powstaje, zdrowiu szkodzić wiele nie może.

Płomienie świecy lub gazu świetlnego, nie wydając tych wydzielin, które wydychuje organizm ludzki, z powodu bezwodnika kwasu węglowego, który produkują, nie mogą przeto w tym stopniu zdrowiu być szkodliwemi, co bezwodnik kwasu węglowego, wydychiwany płucami.

Tak by rzeczywiście było, gdyby płomienie wydawały tylko CO_2, a nic więcej, ponieważ jednak one wydają oprócz bezwodnika kwasu węglowego, także jeszcze niezupełnie spalone węglowody, więc uważać wypada gazy, które wydzielają płomienie, jako zdrowiu tak samo szkodliwe, jak są gazy wydzielane procesem oddychania.

Wyjątek stanowi jedynie światło elektryczne, gdyż oprócz wody i bezwodnika kwasu węglowego, nie wydziela wcale żadnych innych gazów, a ponieważ ilość wywiązującego się CO_2, jest tak mało znaczącą, że ją naturalny przewiew powietrza już wydala, więc uważać można światło elektryczne, jako zdrowiu wcale nieszkodliwe.

Ze względu na to, że do wnętrza wozu dostarczać trzeba co godzinę tak znaczne ilości świeżego powietrza, przychodzimy do przekonania, że *naturalny* przewiew, sprawiony otwieraniem drzwi lub okien; lub powstający wciskaniem się powietrza przez szczeliny ścian, do wentylacyi, żadną miarą nie wystarcza, że więc do przewietrzania wozów mieć trzeba przyrządy *sztuczne*.

Przyrządy używane do przewietrzania *mieszkań*, jak np. pompy, kominy, itp., pomimo, że najzupełniej odpowiadają, skoro chodzi o przewietrzanie teatrów, szpitali, sal

balowych, aresztów, koszar i t. p., do przewietrzania *wozów* przecież się nie nadają.

Do przewietrzania wozów, mamy jednak inne siły, a mianowicie naturalny przewiew, sprawiony *ruchem pociągu*, w niektórych razach także i *wiatr* wiejący niezawiśle od biegu pociągu, dalej *ciepło* znajdujące się w wozie skutkiem ogrzewania go w zimie, a nakoniec *palący się gaz* służący do oświetlania wnętrza wozu.

Najważniejszym jednak motorem, do uruchomiania wentylatora umieszczonego na wozie, będzie zawsze prąd wiatru sprawiony ruchem pociągu, a raczej prąd wypadkowy, otrzymany z prądu wiatru wiejącego niezawiśle od ruchu pociągu i przewiewu sprawionego temże ruchem. Dym, uchodzący kominem lokomotywy, zdradza nam kierunek wypadkowej tych dwóch prądów. Ponieważ wypadkowa kierunek swój często zmienia, więc też urządzić trzeba wentylatory tak, aby się same ustawiały podług kierunku tejże wypadkowej.

Wentylator ustawiać się winien podług wiatru, natrafia ruch podobny na trudności, to nadać trzeba wentylatorowi przekrój koła, bo w takim tylko razie wiatr natrafić może na jednako wielką przeszkodę, niezawiśle od tego z której strony wieje. Wynika ztąd, że wszystkie nieruchome przyrządy wentylacyjne, posiadające przekrój różniący się od koła, jak np. wentylatory *Schararrata* i im podobne, żadną miarą celowi odpowiadać nie mogą. Osadzanie obrotnych przyrządów, jak np. ssączków *Koertinga, Fechta* itp. natrafia jednak również na trudności, kurz, śnieg, rdza itp. sprawiają bowiem, że przyrządy takie, często zawodzą.

Nie pozostaje więc nic innego, jak tylko osadzać wentylatory stale na wozach, nadając im przekrój koła.

Ponieważ nie ma już kwestyi co do wyboru *motora i przyrządu*, pozostaje przeto pytanie, co do *kierunku*, nadać się mającemu przewiewowi we wnętrzu wozu, czyli innemi słowy: rozstrzygnąć pozostaje, czy zepsute powietrze ma z wozu uchodzić górą, a więc w pobliżu sufitu, czyli też dołem, t. j. w pobliżu podłogi.

Przekonamy się, że są okoliczności, które przemawiają tak za utrzymaniem przywiewu kierunkowego, jakoteż i wstecznego.

Oddychając, wydzielamy gazy, mające temperaturę krwi naszej, a więc gazy, mające ciepłotę $+ 35^0$ C., a ponieważ temperatura taka, jest zanadto wysoką, aby przy niej swobodnie przebywać, więc ją zniżyć trzeba.

Wydalając z wozu wyziewy, *w miarę* jak się one tam tworzą, a *nie wolniej*, sprawiamy, że w wozie istnieć będzie taka temperatura powietrza, jakaby istniała, gdyby nikt w nim nie siedział.

Wydalając więc gazy w miarę jak się tworzą, nie podwyższamy temperatury w wozie, a ponieważ wyzionięte gazy są cieplejsze, a więc lżejsze od powietrza czystego, więc osadzać trzeba przyrządy wydalające wyziewy, w pobliżu sufitu. Za podobnem urządzeniem przemawia jeszcze i ta okoliczność, że w lecie, powietrze w pobliżu sufitu jest cieplejsze od powietrza rozpościerającego się na podłodze.

W zimie zaś, zmienia się rzecz o tyle, że się staramy przed wszystkiem ogrzewać podłogę, zamierzamy więc sprawić tam temperaturę wyższą niżeli w górze.

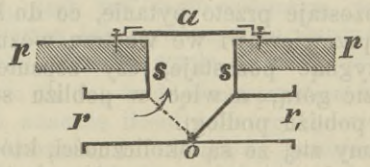
Umieszczając wentylator u sufitu, sprawić musimy znaczną różnicę ciepłoty między powałą a podłogą, bo inaczej dostatecznego przewiewu uzyskać nie zdołamy.

Widzimy więc, że kierunek wentylacyi, zależnym jest od pory roku, że więc w *zimie*, krążyć musi ogrzane powietrze *z góry na dół*, w *lecie* zaś, odwrotnie.

Przyrządy, sprawiające przewiew z dołu do góry, nazwano *wentylatorami*, przyrządy zaś, sprawiające przewiew w kierunku odwrotnym, *pulzatorami*.

Figura 46, przedstawia *wentylator* osadzony pod podłogą wozu. Przez podłogę *pp* wchodzi do wnętrza wozu, rura *ss*, której otwór znajdujący się w płaszczyźnie podłogi, zamykać się daje zasówką *a*.

Fig. 46.



Rura *ss* rozdziela się pod podłogą na dwie części *r* i r_1 tak, że świeże powietrze wchodzić może do rury *ss*, jednym lub drugiem otworem, a więc rurą *r*, lub też rurą r_1 zkąd, do wnętrza wozu się dostaje.

W pierwszym przypadku, klapka *k* obracająca się wolno w około punktu *o*, zamyka komunikacyę od rury r_1,

stwarzając zarazem komunikacyę wolnego powietrza z wnętrzem wozu.

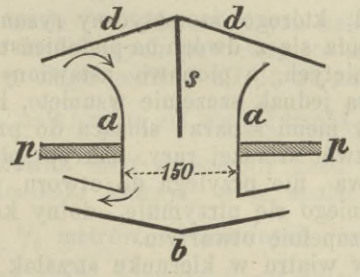
Wieje zaś wiatr w kierunku odwrotnym, to klapa *k* przechyla się na drugą stronę i odcina komunikacyę *r*, stwarzając zarazem komunikacyę świeżego powietrza między wozem, a rurą r_1.

Doświadczenie uczy, że jadąc zgodnie z kierunkiem wiatru wiejącego szybkością 3^m na sekundę, uzyskuje się w ciągu godziny, jadąc chyżością $12{\cdot}5^m$ na sekundę, 600^m sześciennych powietrza, jadąc zaś pod wiatr, a więc w kierunku wstecznem od dawniejszego, otrzymuje się już tylko 250– 300^m sześciennych świeżego powietrza na godzinę.

Przyjmując, że wentylator dostarcza na godzinę 400^m sześciennych świeżego powietrza, a wóz posiada 50^m sześciennych objętości, przewietrzać go można $\frac{400}{50} = 8$ razy na godzinę, co znów wykazuje, że wentylator taki, warunkom hygieny zupełnie odpowiada.

Figura 47, objaśniać ma urządzenie *pulzatora,* a więc przyrządu, sprawiającego przewiew powietrza z góry na dół.

Fig. 47.



Przez otwór w powale *pp*, dostaje się do wnętrza wozu, lijek *aa* przykryty daszkiem *dd*, z którego spuszcza się do wnętrza lijka ścianka *s*, przedzielająca go na dwie części. U spodu lijka znajduje się we wnętrzu wozu, zawsze jednak w pobliżu jego sufitu, tacka *b*, która sprawia, że zimne powietrze nie może się dostać wprost do wnętrza wozu, lecz rozdzielać się musi w pobliżu powały.

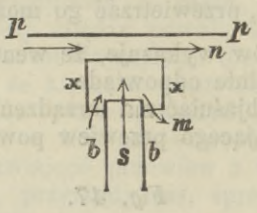
Pulzatorem, mającym 150 $^m/_m$ średnicy, dostarczać można do wnętrza wozu, 300^m sześciennych powietrza świeżego na godzinę, skoro jazda odbywa się chyżością 12^m na sekundę.

Zadowalamy się ilością świeżego powietrza, dostającego się do wnętrza wozu przez szczeliny i szpary, znajdujące się w jego ścianach lub oknach, to w takim razie niechodzi już o *dostarczanie* świeżego powietrza, jak raczej, o *wydalanie wyziewów* szkodliwych zdrowiu.

W takich razach, użyć można do przewietrzania wozów, tak zwanych *ssączków*.

Szączek *Wolperta*, z którym austryackie ministerium przeprowadziło w roku 1877 kilka doświadczeń, rozwiązywać się zdaje, najprościej zadanie, dla tego też, opis tego ssączka, niech zastąpi szczegółowe przytaczanie innych, tutaj należących konstrukcyj.

Fig. 48.



Przyrząd, którego szematyczny rysunek, przedstawia figura 48, składa się z dwóch na podobieństwo lunety, jedna w drugą wsuniętych, a pionowo ustawionych rur *aa* i *bb*. Rury te, nie są jednak szczelnie wsunięte, lecz owszem pozostaje między niemi szpara, służąca do przewiewu powietrza; górny otwór szerszej rury, nakryto płytą *pp*, która to jednak pokrywa, nie przylega do otworu, lecz w pewnym oddaleniu od niego się utrzymuje, dolny koniec rury cieńszej, jest zaś zupełnie otwartym.

Przewiew wiatru w kierunku strzałek *m* i *n*, wytwarza w rurze *bb*, niejako próżnię, wciągającą w siebie, zdrowiu szkodliwe gazy wywiązujące się we wnętrzu wozu, które to gazy, wchodzą do rury *bb* w kierunku strzałki *s*.

Doświadczenie uczy, że jadąc szybkością pociągów osobowych, uchodzą zdrowiu szkodliwe gazy, chyżością 6^m na sekundę, tak więc, że uchodzi ich 170^m sześciennych na godzinę.

Nie zapominać jednak należy, że ssączki odprowadzają tylko tyle wyziewów ile im się dostarcza, że więc same na się, przewiewu powietrza wcale nie sprawiają, że więc działać korzystnie przestają, skoro w wozie nie ma wentylatora.

Nakoniec nadmienić należy, że przewiew powietrza sprawić można w wozie, nie używając wcale żadnych przyrządów mechanicznych. Aczkolwiek przewiew powietrza uzyskany w ten sposób, rzadko tylko dostatecznym się okaże, to przecież myśl sprawiania go, na uwagę zasługuje.

Wiadomo, że płomień gazu świetlnego, powietrze mocno rozgrzewa, jakoteż, że rozgrzane powietrze, będąc lżejsze od nieogrzanego, w górę się wyciska. Sprawi się więc znaczną różnicę temperatury rozgrzanemu powietrzu, a dozwoli się uchodzić na zewnątrz, to odpływ jego, sprawi ciąg, który użyć można do wprowadzania powietrza świeżego.

Doświadczenie uczy, że do uzyskania przewiewu, dającego się użyć do słabej wentylacyi, wystarcza już różnica temperatury powietrza ogrzanego i nieogrzanego, wynosząca 10^0 C.

Ponieważ metr sześcienny powietrza, waży $^4/_3$ kilogramów, do podwyższenia temperatury kilograma powietrza o 1^0 C., potrzeba zaś $^1/_4$ kaloryi ciepła, więc potrzeba do podwyższenia temperatury metra sześciennego powietrza o 1^0 C., $\frac{1}{4} \times \frac{4}{3} = {}^1/_3$ kaloryi do ogrzania zaś tej ilości powietrza, do 10^0 C., $\frac{10}{3}$ kaloryi.

Siedzi w wozie 20 osób, z których każda, konsumuje na godzinę 20^m sześciennych powietrza, to dostawić, a więc ogrzać trzeba w ciągu godziny $20 \times 20 = 400^m$ sześciennych powietrza, na ktory to cel wydać trzeba $400 . \frac{10}{3} = 1333$ kaloryi, a ponieważ metr sześcienny gazu świetlnego, wydziela, paląc się 6800 kaloryi, więc spalać trzeba na godzinę $\frac{1333}{6800} = {}^1/_5$ metrów sześciennych, czyli 200 litrów gazu. Ponieważ mały płomień konsumuje na godzinę 100 litrów gazu świetlnego, więc wystarczają do przewietrzania wozu, $\frac{200}{100} = 2$ płomienie gazowe.

42.

Ogrzewanie wozów.

Hygiena nie określiła dotąd ściśle warunków, które spełnić trzeba, chcąc ogrzewać wozy kolejowe. Technik

nie wie jeszcze, czego się od niego rząda, jakim więc wymogom zadosyć czynić winien.

Jedni twierdzą, że utrzymując w wozie ciepłotę + 12° C. bez względu na temperaturę powietrza wóz otaczającego, czyni się wymogom zupełnie zadosyć, drudzy znów, mniemają, że utrzymując w wozie temperaturę wyższą o 12° C. od temperatury zewnętrznej, zadaniu się odpowiada.

Kwestya ogrzewania wozów nie jest jeszcze wcale załatwioną, ze sposobami ogrzewania, gramy niejako w „ślepą babkę“, w chwili gdy ją ująć mniemamy, z pod rąk nam się usuwa.

Pomimo, że *jedna* tylko zasada ogrzewania istnieć może, wygłaszają ich obecnie *wiele*, a każdy wynalazca mniema, że jego zasada ogrzewania, jest właśnie ową jedynie możebną.

Fizyologia uczy, że skoro ciepłota otaczającego nas powietrza, spadnie poniżej temperatury krwi naszej, a więc poniżej + 35° C., doznajemy uczucia *zimna*, jakoteż, że do pozbycia się tego niemiłego uczucia, jeden tylko środek pozostaje, którym jest *ograniczanie uchodu ciepła własnego*, na wewnątrz.

Do osiągnienia tego celu, podaje nam fizyka dwa sposoby, a mianowicie otaczać każe ciało nasze złemi przewodnikami ciepła, lub też, podwyższać temperaturę otoczenia.

Ubierając się ciepło, odpowiadamy jednemu, ogrzewając wóz, drugiemu warunkowi. Z natury rzeczy wypada, że o drugiem tylko sposobie na tem miejscu będzie mowa.

Ogrzewanie wozów, nie jest jeszcze zwyczajem powszechnie przyjętym, jedna kolej nie ogrzewa wozów wcale, druga ogrzewa tylko pewne pociągi, trzecia ogrzewa je wtedy, gdy uważa za stosowne, aby ogrzewać i t. p. Jedyny wyjątek zrobiły koleje należące do związku północnoniemieckich dróg żelaznych. Na kolejach tych, uchwalono bowiem z końcem roku 1881, że wozy osobowe *winne* być ogrzewane, jakoteż, że ogrzewać je trzeba, skoro temperatura powietrza spadnie około południa do + 4° R. (5° C.), a nakoniec, że temperatura w wozie winna być jednostajną i wynosić ma + 10° R. ($12^1/_2$° C.)

Co do *sposobu* ogrzewania, nie ma również jeszcze jedności, na kolejach związkowych, ogrzewano w roku 1878 wozy:

brykietami	210613
piecykami, spalając węgle . .	155283
blaszankami z wodą	78564
parą	67687
rozmaicie	20535
piecykami, spalając drzewo .	8682
blaszankami, używając piasku	2042
ogrzewano więc razem	543406

siedzeń, podczas, gdy w biegu 727861 siedzeń się znajdowało.

Z powyższego zestawienia widzimy, że do ogrzewania wozów, używa się wiele sposobów, jakoteż, że $^1/_4$ wszystkich w obiegu się znajdujących, wcale ogrzewaną nie była.

Rozmaitość w sposobach ogrzewania wozów, nie odnosi się jedynie tylko do rozmaitych kolei, jedna i ta sama kolej używa bowiem rozmaitych sposobów do ogrzewania swych wozów.

Gdyby ogrzane powietrze, z wozu nigdzie nie uchodziło, ogrzewanie, znacznych trudności by nie sprawiało, ponieważ jednak powietrze szczelinami w ścianach, fugami między drzwiami i oknami, jakoteż wentylatorami na zewnątrz uchodzi i ściany wozów nie są zupełnie nieprzepuszczalne, więc ogrzewając wozy, liczyć się trzeba z utratą ciepła. Dalej zważyć trzeba, że ściany wozów nie zawsze są złemi przewodnikami ciepła, gdyż często żelazem są pokryte, że więc ściany takie, daleko więcej ciepła na zewnątrz odprowadzają, aniżeli również cienkie ściany, domów naszych.

Ponieważ osoby, znajdujące się w wozie, jakoteż płomienie, któremi wozy oświetlamy, ciepło wydzielają, które się przyczynia do podwyższenia temperatury w wozie, więc mieć trzeba na uwadze *produkcyę i konsumcyę,* wytwarzanie i rozchód ciepła. Chcąc więc wóz ogrzewać, trzeba przed wszystkiem obliczyć ilość powietrza, które co godzinę ogrzewać mamy i odciągnąć od ciepła, potrzebnego do ogrzania tej ilości, to ciepło, które na godzinę wydają człowiek i światło.

Wyraża *u* całkowitą utratę ciepła sprowadzonego przez wentylacye i naturalne przenikanie przez ściany wozu, *p* zaś całkowitą produkcyę ciepła, sprawioną oddechaniem

i oświetlaniem, to wyniesie dostawa ciepła potrzebnego do ogrzewania wozu:

$$k = (u - p) \ . \ . \ . \qquad (15$$

cieplin, czyli kaloryi.

Potrzeba np. do ogrzania powietrza uchodzącego na zewnątrz z powodu przewietrzania i naturalnego przenikania, na godzinę 6000 kaloryj, podróżni siedzący w wozie, i światło którem wnętrze wozu oświetlamy, wydają na godzinę 1000 kaloryj, to wyniesie dostawa ciepła:

$$6000 - 1000 = 5000$$

kaloryj na godzinę. Wydaje kilogram paliwa 4000 kaloryj, to spalać trzeba na godzinę $\frac{5000}{4000} = 1\frac{1}{4}$ kilogramów tegoż paliwa.

Do podwyższenia temperatury kilograma wody, potrzeba jak wiadomo (lokomotywa §. 10.) 1 kaloryę ciepła, do ogrzania zaś kilograma powietrza, wystarcza już $\frac{1}{4}$ kaloryi, lub ściślej 0·237 kaloryi.

Waży metr sześcienny powietrza $\frac{4}{3}$ kilogramów, to wystarcza do podwyższenia temperatury metra sześciennego powietrza:

$$\frac{4}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{3}$$

kaloryi, skoro chodzi o podwyższenie o 1^0 C., ma się zaś podwyższyć temperaturę o t^0 C., to potrzeba w takim razie $\left(\frac{t}{3}\right)$ kaloryi. Do ogrzania powietrza, zajmującego objętość wozu, (48 metrów sześciennych,) o jeden stopień wyżej, potrzeba przeto $\frac{48}{3} = 16$ kaloryi, o 10^0 wyżej, 160 kaloryj.

Przy podobnych obliczaniach mieć jednak trzeba na uwadze, że ciężar metra sześciennego powietrza z, posiadającego ciepłotę t^0, wynosi:

$$z = \frac{1{\cdot}3}{1 + \alpha . t}$$

kilogramów, gdzie $\alpha = 0{\cdot}00366$.

Wstawiając w wyraz powyższy w miejsce t^0 rozmaite wartości, otrzymujemy następującą, w praktyce ogrzewania użyteczną tabelkę:

metra sześciennego powietrza					
ciepłota	ciężar w kilogramach	ciepłota	ciężar w kilogramach	ciepłota	ciężar w kilogramach
t^0	z	t^0	z	t^0	z
—20	1·40	+10	1·25	50	1·10
—15	1·37	15	1·23	60	1·06
—10	1·35	20	1·21	70	1·03
0	1·30	30	1·17	80	1·00
+5	1·27	40	1·13	90	0·97

z której widzimy, że metr sześcienny powietrza mającego temperaturę 0^0, waży 1·3, przy temperaturze + 10^0, 1·25, przy temperaturze 80^0, zaś jeden tylko kilogram; w czasie mrozu — 20^0, znów bezmała $1^1/_2$ kilograma.

43.

Utrata ciepła.

Ogrzewając wóz kolejowy nie ogrzewamy zawsze jednę i tę samą ilość w nim się znajdującego powietrza, albowiem powietrze uchodzi na zewnątrz szczelinami w ścianach, szparami między oknami, drzwiami jakoteż i wentylatorami.

Rozchód powietrza z powodu wentylacyi, czyli przewietrzania, wynosi, jak to już wykazano w paragrafie 40 tyle metrów sześciennych na godzinę, ile powstaje w wozie na godzinę bezwodnika kwasu węglowego, (CO_2); tyle więc powietrza, czerpiąc go z atmosfery, do wnętrza wozu dostarczać trzeba.

Posiada powietrze, otaczające wóz, temperaturę t^0, wóz zaś ogrzewać mamy do ciepłoty T^0, to ogrzać trzeba, każdy metr sześcienny powietrza wchodzącego do wnętrza wozu, do ciepłoty (T—t) stopni termometru Celziusza.

Ponieważ metr sześcienny powietrza, mającego temperaturę t^0, waży (§. 42) z kilogramów, do ogrzania zaś kilograma powietrza o 1^0 C. potrzeba 0·237 kaloryi, więc potrzeba do ogrzania metra sześciennego powietrza o 1^0 C.

0·237 × z kaloryi, do ogrzania zaś tejże ilości do ciepłoty (T—t) stopni:

$$0{\cdot}237 \text{ z } (T-t).$$

kaloryj, mamy *a* metrów sześciennych ogrzewać, to wynosi całkowity rozchód z powodu wentylacyi:

$$w = 0{\cdot}237 \text{ a z } (T-t) \quad . \; . \; . \qquad (16$$

kaloryi.

W tym wzorze wyraża:

w... utratę ciepła z powodu wentylacyi, mierzoną w kaloryach;

a... całkowitą ilość powietrza w metrach sześciennych, jaką na godzinę dostarczać trzeba do wnętrza wozu.

z... ciężar metra sześciennego powietrza, mierzony w kilogramach;

T... temperaturę, którą w wozie utrzymać mamy, mierzoną termometrem Celziusza.

t... temperaturę, powietrza otaczającego wóz, mierzoną termometrem Celziusza.

Przykład.

Podczas mrozu 10° C. ogrzewać mamy jednym płomieniem gazowym oświetlony wóz, w którym się znajduje 20 podróżnych, a ogrzewać go mamy tak, aby temperatura we wnętrzu wozu wynosiła 15° C. Zachodzi pytanie ile kaloryj ciepła wydać trzeba, chcąc cel osiągnąć.

Płomień gazowy, konsumuje na godzinę 86, człowiek zaś, 20 metrów sześciennych powietrza (§. 40), całkowita ilość ogrzewać się mającego powietrza, wynosi przeto 68 + 20 × 20 = 486 metrów sześciennych, na godzinę. Ponieważ wóz ogrzewać mamy do temperatury 15 będzie T = 15, a ponieważ na dworze mamy 10° mrozu, więc jest t = — 10°, przeto (T — t) = 25. Ze względu na to, że metr sześcienny powietrza majacego temperaturę — 10°, waży 1·35 kilogramów, wydaje wzór 16:

$$w = 0{\cdot}237 \times 486 \times 1{\cdot}35 \times 25 = 2607$$

kaloryi, jako ilość ciepła, dostarczać się mająca na godzinę do wnętrza wozu.

Wspomniano już, że utrata ogrzanego powietrza, powstaje nie tylko z powodu wentylacyi, ale nadto także, z powodu przenikania przez ściany i okna, więc chcąc znać całkowitą utratę powietrza, obliczyć także trzeba utratę z powodu przenikania.

Scholz wykazuje, że metr kwadratowy ściany, przepuszcza przy różnicy temperatury wewnątrz i zewnątrz ściany, wynoszącej 1^0 C., na godzinę *k* kaloryi, gdzie *k* wyraża się doświadczalnym wzorem:

$$k = \frac{3/2}{\frac{2}{m} + \frac{i}{n}}$$

w którym to wzorze oznacza:

k... ilość kaloryi uchodzących na godzinę na $\square^m$ ściany;

i... grubość ściany, mierzoną w metrach;

m, **n**... współczynniki doświadczalne, które to współczynniki podług *Redtenbachera*, wynoszą dla:

$$\begin{matrix} \text{cegły} \\ \text{drzewa} \\ \text{szkła} \end{matrix} \quad m = \left\{ \begin{matrix} 18, \\ 16, \\ 6, \end{matrix} \right. \quad n = \left\{ \begin{matrix} 0{\cdot}68 \\ 0{\cdot}16 \\ 0{\cdot}88 \end{matrix} \right.$$

a ponieważ drewniane ściany wozów osobowych, posiadają zazwyczaj $8^{cm} = 0{\cdot}08^m$ grubości, więc będzie:

$$i = 0{\cdot}08,\ m = 16,\ n = 0{\cdot}16$$

a przeto ze względu na wzór powyższy:

$$k = 2{\cdot}4$$

co znaczy, że metr kwadratowy ścian wozowych, przepuszcza na godzinę 2·4 koloryi, skoro różnica temperatury we wozie, a temperatury otoczenia, wynosi 1^0 C. Dla t^0 różnicy, wyniesie przeto utrata ciepła: 2·4.t kaloryi na godzinę.

Lecz nietylko ściany drewniane, ale także i szyby, przepuszczają przez siebie znaczną ilość ciepła, a ponieważ wozy osobowe są oszklone, więc obliczać trzeba także i utratę ciepła przez przenikanie szyb.

Wstawiając w powyższy wzór: i = o, m = 16, co uczynić można, suponując, że szyba nie posiada wcale żadnej grubości, to otrzymamy: k = 4·5 kaloryi; co znaczy, że przez szyby uchodzi $\frac{4{\cdot}5}{2{\cdot}4} = 2$ razy tyle ciepła, co przez jednako wielką powierzchnię drewnianej ściany.

W domach mieszkalnych, gdzie okna zamykają szczelniej jak przy wozach kolejowych, przyjmuje się zwykle, że $\square^m$ powierzchni okna przepuszcza na godzinę, przy różnicy 1^0 C. temperatury wewnętrznej i zewnętrznej, 3 kalorye ciepła. W następnych rachunkach przyjmujemy, że $\square^m$

powierzchni okien wozowych przepuszcza 4·5 kalorye na godzinę i każdy stopień różnicy temperatury między ciepłotą we wnętrzu wozu i jego otoczenia.

Wynosi wewnętrzna powierzchnia wszystkich ścian drewnianych wozu kolejowego S □^{m}, powierzchnia zaś wszystkich okien, O □^{m}, to wynosi całkowita utrata ciepła spowodowana przenikaniem

$$2{\cdot}5.S + 4{\cdot}5.O$$

lub w przybliżeniu:

$$2{\cdot}4\ (S + 2.O)$$

kaloryi, na jeden stopień różnicy temperatury. Wynosi zaś różnica ta, (T—t) stopni, to wyrazi się całkowita utrata ciepła z powodu przenikania, wzorem:

$$b = 2{\cdot}4\ (S + 2.0)\ (T - t) \ldots \qquad (17$$

w którym oznacza:

b... utratę ciepła na godzinę, z powodu przenikania, mierzoną w kaloryach;

S... powierzchnię ścian wozu, nie wliczając powierzchni okien, w □^{m}

O... powierzchnię wszystkich okien, wyrażoną w metrach kwadratowych;

T... temperaturę w wozie, wyrażoną w stopniach termometru Celziusza;

t... temperaturę, wóz otaczającego powietrza.

Przykład.

Ściany wozu osobowego wynoszą razem z oknami 52 □^{m}, we wozie znajduje się 8 okien, każde po $^1/_5$ □^{m} powierzchni, ciepłota, którą w wozie utrzymać chcemy wynosi + 15^0 C., podczas gdy na dworze mróz — 15^0 C. W wozie siedzi 20 osób, zachodzi pytanie, ile kaloryj wóz taki, na godzinę utraca?

Tutaj mamy:

$$O = {}^1/_5.8 = {}^8/_5 = 1{\cdot}6\ \square^m$$
$$S = 52 - 1{\cdot}6 = 50{\cdot}4\ \square^m$$
$$(T - t) = 30$$

za pomocą których wartości otrzymujemy: b = 3858 kaloryi. A ponieważ całkowita utrata ciepła powstaje tak z powodu wentylacyi, jakoteż i przenikania, więc chcąc ją poznać, doliczyć trzeba do 3858 kaloryi jeszcze i ciepło stracone, uchodzące z powietrzem przez wentylator. W przeszłym

przykładzie wyliczono ciepło to, na 2607 kaloryi, więc wynosi całkowita utrata ciepła:

$$u = (w + b) = 2607 + 3858 = 6465$$

kaloryi, na godzinę ogrzewania.

Wzór podany pod numerem 16, wyraża utratę ciepła z powodu wentylacyi, wzór podany pod numerem 17, zaś utratę, z powodu przenikania, a ponieważ obydwa powody utraty ciepła mają miejsce, ogrzewając wozy kolejowe, więc wyniesie całkowita utrata ciepła:

$$u = \left[0{\cdot}237 . a . z + 2{\cdot}4\ (S + 2 . O)\right] (T - t)$$

lub, zadowalając się przybliżeniem:

$$u = 0{\cdot}24 \left[a . z + 10\ (S + 2.0)\right] (T - t) \ldots \quad (18$$

wzór wyrażający utratę ciepła, tutaj oznacza:

u... utratę ciepła na godzinę, w kaloryach;

a... ilość powietrza, wciskać się mającego do wnętrza wozu, z powodu wentylacyi, mierzona w metrach sześciennych;

z... ciężar metra sześciennego powietrza, wciskanego do wnętrza wozu, mierzony w kilogramach;

S... powierzchnię ścian wozu, nie wliczając powierzchnię okien, w metrach kwadratowych;

O... powierzchnię okien, znajdujących się w wozie, wyrażoną w metrach kwadratowych;

T... temperaturę do której wnętrze wozu ogrzewać; trzeba mierzoną termometrem Celziusza;

t... temperaturę otoczenia wozu, mierzaną również termometrem Celziusza.

Przykład.

Podczas mrozu 15^0, ogrzewać mamy wóz do ciepłoty $+ 12^0$ C., wóz ten, ma 50 metrów objętości i ma być 8 razy na godzinę przewietrzany, powierzchnia jego ścian wynosi 50 $\square^m$, okien zaś 1·5 $\square^m$, zachodzi pytanie, ile ciepła uchodzi pod takiemi warunkami na godzinę?

Tutaj mamy:

$$T = + 12^0,\ t = - 15^0$$

$$(T - t) = 27,\ S = 50,\ O = 1{\cdot}5,\ a = 50 \times 8 = 400$$

a ponieważ podług §. 42, metr sześcienny powietrza, mającego temperaturę $- 15^0$, waży 1·37 kilogramów, więc będzie $z = 1{\cdot}37$, a przeto ze względu na wzór podany pod numerem 18,... $u = 6985$ kaloryi na godzinę.

44.

Produkcya ciepła.

Wiadomo powszechnie, że tak osoby siedzące we wozie, jakoteż i światło służące do oświetlania wozu, wywięzują ciepło.

Wynika ztąd, że chcąc wóz ogrzewać, można dostarczać do jego wnętrza ciepła o tyle mniej, ile wynosi produkcya w obu wymienionych źródłach.

Chcąc zaś to uczynić, obliczyć trzeba wielkość jednej i drugiej produkcyi.

Ciepło, które produkuje człowiek.

Wiadomo, że proces oddychania nie jest niczem innem, jak wolnem utlenianiem krwi zawartej w płucach. W miarę energii, z którą się odbywa utlenianie krwi, powstaje większa lub mniejsza ilość ciepła.

Badania fizyologów wykazały, że zdrowy człowiek wydziela na godzinę 37 gramów bezwodnika kwasu węglowego (CO_2); chemia zaś uczy, że na 6 gramów węgla (C) znachodzi się w bezwodniku kwasu węglowego, 16 gramów tlenu (O), tak więc, że w 22 gramach CO_2, znachodzimy 6 gramów *C*. Gram CO_2, zawiera przęto $^6/_{22} = {}^3/_{11}$ gramów *C*.

W 37 gramach CO_2, będzie przeto $^3/_{11} \times 37 = 10$ gramów, czyli 0·01 kilograma węgla, a ponieważ kilogram węgla spalając się na CO_2, wydziela 8080 kaloryj, więc też wyda człowiek $0{\cdot}01 \times 8080 = 80{\cdot}8$ kaloryi, na godzinę.

Wydychając, nie wydziela człowiek, li tylko CO_2, ale nadto także i wodę, a wydziela jej 6 gramów na godzinę, woda ta powstała utlenieniem wodu (H), a ponieważ na 9 gramów wody, znachodzimy gram wodu (H), więc zawiera gram wody, $^1/_9$ grama wodu (H), w 6 gramach, czyli 0·006 kilogramach wody, będzie przeto: $^1/_9 \times 0{\cdot}006 = 0{\cdot}00066$ kilogramów *H*, a ponieważ kilogram wodu, wydaje 34460 kaloryj, więc wyda człowiek $0{\cdot}00066 \times 34460 = 22{\cdot}7$ kaloryj na godzinę.

Całkowita ilość, na godzinę wydzielonego ciepła, wynosi przeto: $80{\cdot}8 + 22{\cdot}7 = 103{\cdot}_5$ kaloryj.

Nie wszystko jednak ciepło, wyzyskać można na cele ogrzewania powietrza, gdyż para, którą człowiek wydycha, ogrzaną jest do ciepłoty jego krwi, tj. do 38° C., wiąże

więc w sobie tyle ciepła, ile potrzeba do uzyskania pary, mającej taką ciepłotę.

Chcąc uzyskać z kilograma wody, parę mającą ciepłotę t^0 C, potrzeba na to (§. 10, dział lokomotywa):

$$606{\cdot}5 + 0{\cdot}305.t$$

kaloryi dla $t = 38^0$ wypada, że kilogram pary wiąże w sobie 618·1 kaloryj. W 6 gramach, czyli 0·006 kilogramach, będzie więc $0{\cdot}006 \times 618{\cdot}1 = 3{\cdot}7$ kaloryj. Ciepło które człowiek na godzinę wydziela, wynosi przeto $103{\cdot}5 - 3{\cdot}7 = 99{\cdot}8$ lub okrągło 100 kaloryj.

Podług doświadczeń *Gavareta*, wydaje człowiek na każdy kilogram wagi swego ciała, 2·3 kalorye na godzinę. Produkcya ciepła człowieka ważącego 60 kilogramów, wynosiłaby w takim razie $2{\cdot}3 \times 60 = 138$ kaloryj na godzinę. *Hirn* znalazł, że człowiek produkuje na godzinę 170 kaloryj, *Scholz* w swych obliczeniach, przyjmuje 120, *Meay* zaś, 73 kaloryj. W naszych obliczeniach przyjmiemy, jakoby człowiek siedzący w wozie, wydawał na godzinę 100 kaloryj.

Ciepło, które produkuje światło.

Do oświetlania wozu, użyć można: świec, oleju, nafty, gazu świetlnego, lub też światła elektrycznego, a każde światło wydaje pewną ilość ciepła, którą obliczyć można, znając konsum materyału świetlnego na godzinę, jakoteż ilość kaloryj, którą wydaje kilogram tegoż paliwa.

Ponieważ rozchód paliwa na godzinę łatwo można mierzyć, a ilość kaloryj, którą kilogram paliwa wydaje, podano w dziale lokomotywa §. 62, więc też i obliczanie ciepła, które światło wydaje, trudnościom podlegać nie może.

Używając do oświetlania, *świec* stearynowych, wiedzieć trzeba, że na godzinę, spala się 11 gramów, czyli 0·011 kilogramów stearyny, a ponieważ kilogram stearyny wydaje 9700 kaloryj, więc światło świecy stearynowej, wyda $0{\cdot}011 \times 9700 = 106{\cdot}7$ kaloryj na godzinę, *Gaveret* przyjmuje 108 kaloryj.

Lampa *olejna* konsumująca na godzinę 8 gramów, czyli 0·008 kilogramów oleju rzepakowego, który zawiera w sobie 87% węgla, wyda na godzinę $0{\cdot}87 \times 0{\cdot}008 \times 8080 = 56{\cdot}5$ kaloryj (gdyż kilogram węgla wydaje 8080 kaloryi). Ciepło, które lampa olejna wydaje, wynosi przeto 56·5 lub w zaokrągleniu 56 kaloryj na godzinę.

W lampie *naftowej*, wypala się na godzinę 25 gramów, czyli 0·025 kilogramów, a ponieważ kilogram nafty, wydaje 10200 kaloryj, więc wyda lampa 0·025 $\times$ 10200 = 205 kaloryj na godzinę.

Płomień *gazowy* konsumuje 150 litrów czyli 0·150 metrów sześciennych gazu świetlanego na godzinę, a ponieważ ciężar gatunkowy gazu świetlnego wynosi 0·7, a metr sześcienny powietrza, waży 1·29 kilogramów, więc ważyć będzie metr sześcienny gazu 1·29 $\times$ 0·7 = 0·9 kilograma, płomień gazowy wypotrzebuje przeto na godzinę 0·9 $\times$ 0·150 = 0·135 kilogramów gazu świetlnego, a ponieważ kilogram gazu świetlnego zawiera 80% węgla, więc w płomieniu gazowym spala się co godzinę 0·8 $\times$ 0·135 = 0·108 kilogramów węgla, ponieważ kilogram węgla wydaje 8080 kaloryj, więc płomień gazowy wyda 0·108 $\times$ 8080 = 872 kaloryj na godzinę. *Scholz* przyjmuje 865 kaloryj.

Lampa *elektryczna*, wydająca światło równające się światłu 100 płomieni gazowych, konsumuje podług doświadczeń pana *Fontaine* na godzinę 5 centimetrów sztabki węgla, mającego przekrój 1 $\square$ centimetra, w lampie elektrycznej spala się więc $\frac{5}{10^2} \times \frac{1}{10^4} = \frac{5}{10^6}$ metrów sześciennych węgla, a ponieważ węgiel używany w lampach elektrycznych 2·35 razy więcej waży, aniżeli woda, tak więc, że metr sześcienny węgla, waży 2·35 $\times$ 1000 = 2350 kilogramów, więc wypali się w lampie elektrycznej $\frac{5}{10^6} . 2350 = \frac{1175}{10^5}$ kilogramów, lub $\frac{1175 \times 10^3}{10^5} = \frac{1175}{10^2} = 11\frac{3}{4}$ gramów, lub okrągło 12 gramów, czyli 0·012 kilogramów węgla. Kilogram węgla wydaje 8080 kaloryj, lampa elektryczna wyda przeto 0·012 $\times$ 8080 = 96·9, lub okrągło 97 kaloryj na godzinę.

Na świetlność jednego płomienia gazowego, wydaje więc światło elektryczne tylko $\frac{97}{100}$ = 0·97, lub okrągło, jedną kaloryę ciepła.

Zestawiając powyższe obliczenia, otrzymujemy następującą tabliczkę:

Przedmiot produkujący ciepło:	świetlność światła w porównaniu z jasnością świecy	na godzinę	
		rozchód materyału. gramów	produkcya ciepła. kaloryi
lampa olejna	4	8	56
światło elektryczne .	1000	12	97
człowiek	—	—	100
świeca stearynowa. .	1	11	108
lampa naftowa . . .	8	25	205
płomień gazowy. . .	10	135	872

Zasiada we wozie *n* osób, a wóz oświetlony jest ilością *m* płomieni, z których każdy wydaje *c* kaloryj na godzinę, to wynosi całkowita produkcya ciepła, sprawiona oddychaniem i oświetlaniem:

$$p = 100.n + r.c... \qquad (19$$

kaloryj, na godzinę.

Tutaj oznacza:

p... całkowitą produkcyę ciepła na godzinę z powodu oddechania i oświetlania, wyrażoną w kaloryach;

n... ilość we wozie siedzących osób;

r... ilość płomieni, któremi wóz oświetlamy;

c... produkcyą ciepła każdego z płomieni, w kaloryach i godzinie.

O ile produkcya ciepła wykazana w powyższej tabliczce, podwyższyć zdoła temperaturę tej ilości powietrza, którą przedmiot wydający ciepło, na godzinę konsumuje, obliczyć nie trudno.

Konsumuje przedmiot wydający ciepło, na godzinę *m* metrów sześciennych powietrza, a metr sześcienny powietrza waży przeciętnie $^4/_3$ kilogramów, to konsumuje ów przedmiot $^4/_3$ m. kilogramów, a ponieważ do ogrzania kilograma powietrza o 1^0 C. wyżej, potrzeba (biorąc okrągło) $^1/_4$ kaloryj, więc wydaje przedmiot $\frac{4}{3} \times \frac{1}{4}$ m $= \frac{m}{3}$ kaloryj, przy różnicy temperatury jednego stopnia. Wynosi różnica ciepłoty, *x* stopni, to wyda nasz przedmiot na godzinę $\frac{m}{3}$ x kaloryj, a ponieważ ilość kaloryj, którą otrzy-

mujemy na godzinę, wynosi k, (gdzie k powziąść można z powyższej tabliczki), więc mamy:

$$\frac{m\,x}{3} = k$$

a przeto:

$$x = 3\left(\frac{k}{m}\right)$$

stopni, skali termometru Celziusza.

Wzór, służący do obliczania temperatury konsumowanego powietrza, z powodu wydzielania ciepła ze strony konsumenta.

Tutaj wyraża:

k... ilość kaloryj, którą przedmiot konsumujący powietrze, na godzinę wydaje, (którą to ilość powziąść można z ostatniej kolumny podanej tabliczki);

x... temperaturę mierzaną termometrem Celziusza, do której ogrzać można ciepłem k, tę ilość powietrza, którą przedmiot na godzinę konsumuje (m metrów^3);

m... ilość powietrza, mierzaną w metrach sześciennych, którą przedmiot na godzinę konsumuje.

Przykład I

Jak mocno ogrzewa człowiek, jak wysoko płomień gazowy i jak wysoko światło elektryczne, to powietrze, które na godzinę konsumuje?

Tutaj mamy dla:

człowieka . . . .
gazu . . . . . $k = \begin{cases} 100, \\ 872. \\ 97, \end{cases}$ $m = \begin{cases} 20 \\ 86 \\ 22 \end{cases}$
elektryki . . . . .

otrzymamy przeto, używając powyższego wzoru dla:

człowieka . . . . .
gazu . . . . . $x = \begin{cases} 15^0\ C. \\ 30^0\ C. \\ 14^0\ C. \end{cases}$
elektryki . . . . . .

widzimy więc, że człowiek ogrzewa powietrze, które wydziela, do 10^0 C. płomień gazowy, do 30^0 C., światło eletryczne, równające się świetlności 100 płomieni gazowych zaś, tylko do 14^0 C., tak więc że podwyższenie temperatury sprawione światłem elektrycznem, równającem się świetlności jednego płomienia gazowego, wynosi tylko $\frac{14}{100} = 0{\cdot}14^0$ C., światło elektryczne grzeje więc $\frac{30}{0{\cdot}14} = 214$ razy mniej aniżeli światło płomienia gazowego.

Światło elektryczne, równające się świetlności 100 płomieni gazowych, wydaje więc tyle ciepła, ile wydają 2·14 płomienie; widzimy więc jak słabo grzeje światło elektryczne.

Przykład 2.

Wóz mający 50 $\square^m$ wewnętrznej powierzchni, zaopatrzony 6 oknami, z których każde ma $^1/_5$ $\square^m$ powierzchni, ogrzać trzeba podczas mrozu 15° C. do ciepłoty + 15° C. Wóz oświetlono 4 płomieniami gazowemi, a siedzi w nim 20 osób, zachodzi pytanie, ile ciepła mieć trzeba do dyspozycyi; chcąc wóz ogrzać stosownie?

Rozwiązanie.

Przed wszystkiem obliczamy utratę ciepła przez ściany wozu.

Powierzchnia wozu wynosi 50 $\square^m$, mamy przeto S = 50, 6 okien, każde po $^1/_5$ $\square^m$ powierzchni, zajmują $\frac{6}{5} = 1{\cdot}2$ $\square^m$, mamy:

$O = 1{\cdot}2$, $T = +15$, $t = -15$; $(T - t) = 30$.

Utrata ciepła, z powodu przenikliwości ścian i okien, wynosi przeto (§. 43 wzór 17):

$$b = 2{\cdot}4\ (50 + 2.1{\cdot}2)\ 30 = 3773$$

kaloryj.

Ubytek ciepła z powodu wentylacyi, oblicza się podług wzoru numer 16 zważając, że ponieważ człowiek konsumuje 20 metrów sześciennych powietrza, a we wozie siedzi 20 osób, więc wyniesie konsum powietrza, przez podróżnych 20.20 = 400 metrów sześciennych na godzinę. Płomień gazowy konsumuje na godzinę 86 metrów sześciennych powietrza (§. 41), dla 4 płomieni, potrzeba więc 4 × 86 = 344 metrów, całkowita dostawa powietrza wynosi przeto na godzinę dla jednego wozu, 400 + 344 = 744 metrów sześciennych, mamy zatem: a = 744.

Ponieważ metr sześcienny zimnego powietrza (— 15°), jakie wchodzi do wozu, waży 1·37 kilogramów (§. 42) więc mamy z = 1·37, uwzględniając wreście (T — t) = 30, otrzymujemy ze wzoru numer 16, podanego w §. 43, całkowitą ilość ciepła, którą dostarczyć musimy co godzinę do wnętrza wozu z powodu wentylacyi:

$$w = 0{\cdot}237.30.744.1{\cdot}37 = 7247$$

kaloryj.

Całkowita utrata ciepła wynosi przeto (§. 43):

$$u = 3773 + 7247 = 11020$$

kaloryj na godzinę.

Nie całą tę ilość ciepła jednak paliwem dostarczyć trzeba, ciepło produkowane przez 20 ludzi i 4 płomienie gazowe, albowiem od powyższej potrzeby odliczyć trzeba.

Ciepło produkowane przez 20 ludzi, wynosi 20.100 = 2000, ciepło zaś produkowane przez 4 płomienie gazowe 4.872 = 3488 kaloryj, całkowita ilość ciepła, którą odtrącić mamy, wynosi przeto:

$$p = 2000 + 3488 = 5488$$

kaloryi, paliwem dostarczyć więc trzeba (wzór 15) do każdego wozu:

$$K = (11020 - 5488) = 4532$$

kaloryj na godzinę.

45.

Ogrzewanie piecykami.

W piecykach, któremi ogrzewać mamy wnętrze wozów, spalamy zwykle węgle kamienne lub brykiety, rzadko tylko drzewo, nigdy prawie torf.

Ustawiając piec we wnętrzu wozu, wyzyskać można 80% ciepła, które paliwo wydaje, tak, że tylko 20% ciepła rurami na zewnątrz uchodzi i dla tego też piece dosyć często do ogrzewania wozów bywają używane, tak np. ogrzewa galicyjska kolej Karola Ludwika wozy pocztowe i konduktorskie, piecykami (systemu *Lentza*).

Chcąc wyzyskać okruchy węgla, pozostające na miejscach składowych, poczęto z miału węglowego wyrabiać cegiełki, tak zwane *brykiety*, które do opalania pieców używano. Brykiety, wyrabia się z miału węgla *drzewnego*, domieszając do niego nieco saletry, zwilżając zarazem mięszaninę gumą, lub mokrym krochmalem, przezco uzyskać się daje masa, która wciśnięta we formę, po wysuszeniu jako brykieta wychodzi. Brykięty mają zwykle kształt cegiełek, a cegiełka taka, ma zwykle 105^{mm} długości 145^{mm} szerokości i 45^{mm} wysokości i waży $^1/_2$ kilograma, a paląc się podobnie do trociczka, żarzy się przez 10 godzin. Ponieważ cegiełki takie, łatwo w siebie wsiąkają wilgoć przyczem się rozpryskują, więc przechowywać je trzeba w miejscu suchem.

Dawniej, wsuwano żarzące się brykiety do klatek druciannych, klatki zaś same, ustawiono we wozach; przypadek jednak, jaki się wydarzył na kolei *Berlin-Magdeburg*, gdzie

dwie damy skutkiem wywiązanego czadu bez mała że nie zagorzały, nasunął myśl, nie ustawiania klatki we wnętrzu wozu, lecz zamykać ją w osobnej skrzynce, do której powietrze nie dochodzi już ze wnętrza wozu, lecz z poza niego.

Zaopatrzono więc skrzynkę, w rurę, którą dochodziło świeże powietrze, jakoteż w rurę, odprowadzającą gazy spalone, a skrzynie urządzono tak, że do niej dostać się było można, nie otwierając wozu wcale; samej skrzynce zaś, nadano 628 $^{m}/_{m}$ długości 105 $^{m}/_{m}$ szerokości, i 65 $^{m}/_{m}$ wysokości.

Ponieważ zapalanie tych 3—5 cegiełek, znajdujących się w skrzyneczce, sprawiało pewne trudności, więc skrapiano cegiełki naftą, co jednak znów nieprzyjemny odór sprawiało. Dopiero wyrób *Fanta*, (1870) używany na *Nadreńskiej kolei*, niedogodności usunąć zdołał.

Austryacka *kolej północna*, ogrzewała wozy swe brykietami jeszcze do roku 1873. Do ogrzewania wozów wychodziło dziennie 2640 brykiet, z których każda ważyła po 0·8 kilograma, a żarząc się przez 18 godzin, kosztowała 20 centów. Ogrzewanie pociągów kursujących na dobę, kosztowało więc 528 złr.

Pomimo znacznych kosztów, jakoteż obawy wywięzywania się czadu (CO), ogrzewanie wozów brykietami znacznie się nie rozpowszechniło, w roku 1875 np. zaprowadzono sposób ten ogrzewania, tylko na 33, kolejach, a więc na 67% do niemieckiego związku należących kolei.

Jako dodatnią stronę ogrzewania piecykami, uważać trzeba tę okoliczność, że wóz ogrzać można, przed wstawieniem go w pociąg, tak, że podróżni wsiadając do wozu, ciepło tam już zastają.

Ogrzewanie wnętrza wozu piecykami, posiada jednak także i ujemne strony, a mianowicie, że piece żelazne ogrzewają powietrze bardzo niejednostajnie, w wysokości głowy we wozie siedzącego, panuje upał, w nogach zaś, zimno czuć się daje. Piec rozgrzany do żaru, rozpala powietrze w pobliżu siebie bardzo mocno, podczas gdy powietrze nieco dalej od niego się znajdujące, mało co się ogrzewa. *Degen* przytacza, że rozpalony piec podnosi ciepłotę powietrza w oddaleniu pół metra do 60° C, która to ciepłota w oddaleniu 2^{m}, spada już do wartości 36° C.

Kurz i pył, osadzający na piecu, spala się, gdy blacha do żaru się rozgrzeje, w takim razie powstają cuchnące gazy, zanieczyszczające powietrze.

Bezwodnik kwasu węglowego (CO_2) wydzielany procesem oddechania, stykając się z rozpaloną blachą, rozkłada

się na tlen (O) i tlenek węgla (CO), czyli czad, który znów zdrowiu szkodzi.

Jako ujemną stronę ogrzewania piecami, przytaczają także i tę okoliczność, że piec, rozpalony do żaru, przepuszcza przez siebie tlenek węgla.

Fakt, że żelazo rozpalone do żaru, przez siebie czad nieco przepuszcza, zaprzeczyć się nie da, żelazo takie przepuszcza jednak daleko mniej tego gazu, aniżeli piec gliniany lub kaflowy, a gdy zważymy, że ciąg powietrza we wozie nie jest taki, aby pchał gazy do wnętrza wozu, lecz owszem, piec je w siebie wsiąka i na zewnątrz odprowadza, przyznamy, że przepuszczalność rozpalonego pieca, ogrzewaniu piecykami ujmy zrobić nie może.

Gdyby pieców do ogrzewania wozów jedynie z tego tylko powodu używać nie chciano, że przepuszczają przez siebie czad, byłoby to samo, co nie używać parasola dla tego, że materya, z której go wyrobiono, wodę przez siebie przepuszcza.

Chcąc usunąć przykrości, które nam piec *rzeczywiście sprawia*, trzeba go często obcierać, wnętrze jego wyścielać gliną, i nie dopuszczać, aby się rozpalał do żaru. Wszystko to sprawia jednak pewne niedogodności, do których dołącza się jeszcze i ta, że węgle przeznaczone do opału, zabierają w wozie miejsce, któreby wyzyskać można na siedzenia, jakoteż, że wóz mocno zanieczyszczają, skoro obsługę pieca, podróżnym się pozostawia. Poruczając zaś obsługę pieca służbie pociągowej, sprowadzamy nowe trudności, albowiem czynność ta, wymaga staranności i czasu, na których, służbie pociągowej często zbywa.

Mieć trzeba wreszcie na uwadze, że piece nie przyczyniają się wiele do *przewietrzania* wozów, *Degen* albowiem wykazuje, że spalając w piecu kilogram:

drzewa, wyprowadza się . . . 5 metrów
węgla „ „ . . . 15 „

sześciennych powietrza na zewnątrz.

Na godzinę wydalać przeto można zaledwie $^1/_{10}$ objętości wozu, czyli innemi słowy, że do jednorazowego przewietrzenia, (do jednorazowej zmiany powietrza) potrzeba 10 godzin czasu.

W takim razie nie odnawia się więc powietrze dostatecznie, lecz ogrzewając się ciągle, jako zepsute, we *wozie* krąży, która to okoliczność żadną miarą do zdrowia przyczyniać się nie może.

Chcąc złemu zaradzić, nie trzeba dostarczać do pieca powietrza z *wozu*, lecz wprowadzać go trzeba z *dworu*, tj. urządzić *wentylacyę*.

Na koniec pominąć nie można, że piece ustawione we wozach, stać się mogą w razach wykolejenia, lub zderzenia się pociągów, przyczyną pożaru.

Na dniu 7 stycznia 1876 spalił się na kolei Odeskiej pociąg, wiozący 124 osób, tak, że tylko 70 osób ocalone zostały, reszta zaś, tj. 54 osób, zginęła w ogniu. Straszniejszy może wypadek, wydarzył się na dniu 29 grudnia 1876, na amerykańskiej kolei *Ohio*.

Podczas biegu pociągu, składającego się z 11 wozów, w których siedziało 141 podróżnych, załamuje się oś w chwili, gdy pociąg wjeżdza na most. Skutkiem wielkiego i nagłego wtrząśnienia, jakie sprawia wykolejenie się pociągu, most się załamuje, wskutek czego, pociąg do wody wpada. Gruzy tonącego pociągu ogarnia płomień wybuchły z pieców, któremi wozy ogrzewano. Podróżni giną więc trojaką śmiercią, kogo nie zgniotły lub nie przebiły trzaski zgruchotanych wozów, a kto nie utonął w nurtach mroźnej wody, ten śmierć swą znalazł w płomieniach. Z podróżnych uszło bez szwanku tylko 5 osób, 58 skaleczono, 78 zaś osób zginęło jedną z opisanych śmierci.

Powierzchnię, jaką piecu nadać trzeba, chcąc wóz ogrzać dostatecznie, obliczyć można łatwo, znając całkowitą potrzebę ciepła, którą w ciągu godziny do wozu dostarczyć trzeba.

Péclet podaje, że metr kwadratowy powierzchni pieca przepuszcza na godzinę, gdy piec wyrobiono:

z blachy żelaznej	1500
z gliny, kafli i t. p..	1600
ze surowca	4000

kaloryi.

Wynosi całkowita ilość ciepła, którą dostarczyć trzeba do wnętrza wozu, *k* kaloryi na godzinę (§. 42 wzór 15), to nadać trzeba piecykowi wyrobionemu ze surowca, powierzchnię, wynoszącą:

$$H = \frac{k}{4000} \cdots \qquad (21$$

metrów kwadratowych.

W tym wzorze wyraża:

H... powierzchnię ogrzewalną piecyka, mierzoną w metrach kwadratowych;

k... ilość ciepła, mierzoną w kalorych, jaką dostarczać trzeba co godzinę do wnętrza wozu, (obliczoną podług §. 42, wzór numer 15).

Mamy dostarczać do wnętrza wozu 4000 kaloryj na godzinę, to piecykowi ogrzewającemu wóz, nadać trzeba:

$$\frac{4000}{4000} = 1 \square^m$$

powierzchni, zadowalamy się zaś dostawą ciepła, wynoszącą na godzinę tylko 2000 kaloryj, to wystarczy piecyk, mający już tylko $^1/_2 \square^m$ powierzchni. Ponieważ jednak tak mała ilość ciepła tylko wtedy wystarcza, jeżeli się wóz nie przewietrza, przewietrzanie wozu jest zaś operacyą konieczną, więc wysnuwamy wniosek, że piecyki mające $^1/_2 \square^m$ powierzchni ogrzewalnej, do stósownego ogrzewania wozu się nie dają.

Zważywszy, że kilogram węgla kamiennego, miernej dobroci, nie wydaje więcej jak 6500 kaloryj, jakoteż, że z tego ciepła wyzyskać się daje na cele ogrzewania zaledwie 80%, a więc 5200 kaloryj potrzeba, chcąc dostarczać na godzinę 2000 kaloryj, spalać co godzinę $\frac{2000}{5200} = {}^2/_5$ kilograma takiego węgla.

Galicyjska kolej Karola Ludwika wydaje na cele opalania swych piecyków, używanych przy niektórych pociągach do ogrzewania wozów trzeciej klasy, w miesiącu:

styczniu . . .	0·9	kwietniu . . .	0·3
lutym	0·7	listopadzie . .	0·5
marcu	0·5	grudniu . . .	0·7

przeciętnie więc, 0·6 kilograma węgla z kopalni Jaworzna, na godzinę.

46.

Ogrzewanie blaszankami.

Zamiast wstawiać do wnętrza wozu piecyk, w którym utrzymywać trzeba ogień podczas drogi, wstawić można naczynie, napełnione wrzącą wodą, rozpalonym piaskiem, lub jakiemś innem gorącem ciałem, które to ciało, *ostygając*, ciepłem swem, wóz ogrzewa.

Naczynia, napełnione gorącem ciałem, którego ciepło wyzyskujemy na cele ogrzewania wozów, zowiemy *bańkami*, *blaszankami*, *szandelami* lub *szoferetkami*.

Ogrzewanie *blaszankami*, różni się więc tem, od ogrzewania *piecykami*, że podczas gdy w piecu temperatura pomimo wydawania ciepła, pozostaje niezmienną, w blaszankach, temperatura w miarę trwania jazdy, co raz więcej maleje. Piec nie ostyga, gdyż ciepło które wydaje, wynadgradza mu paliwo, blaszanka zaś, wydaje ciepło swe stopniowo, co sprawia, że tem mniej grzeje, im dłużej we wozie się znajduje.

Blaszankom nadaje się zwykle formę wałka lub płaskiej skrzynki, mającej $1^1/_2$ □^{m} długości 7—10 □^{cm} przekroju, a więc $^1/_2$ □^{m} powierzchni; blaszanka będąc próżną, waży 10 kilogramów, mając przeciętnie 15 litrów objętości, waży napełniona wodą, przeto 10 + 15 = 25 kilogramów. Ponieważ blaszanki przenosi się w rękach, więc nie można nalewać do nich gorętszej wody, jak wody mającej 70° C., a ponieważ blaszanka napełniona gorącą wodą, tak długo tylko grzeje, dopóki ciepło jej nie obniży się do temperatury wnętrza wozu, która to temperatura wynosić winna przynajmniej 10° C., więc widzimy, że na cele ogrzewania wyzyskać można tylko 70 — 10 = 60° C. ciepła. Obniży się temperatura wody zawartej w blaszance, o 1° C., to każdy kilogram wyda jednę kaloryę, blaszanka, zawierająca w sobie 15 kilogramów wody, wyda przeto: ostygając, że 70° C. do 10° C.:

$$(70 - 10) \times 15 = 900$$

kaloryj. Ponieważ doświadczenie uczy, że blaszanka mająca temperaturę 70° C. wystawiona na zimno — 10° C., ostyga w ciągu 3 godzin do temperatury + 10° C., wypada, że wydaje przeciętnie $\frac{900}{3} = 300$ kaloryj na godzinę, ze względu na to, że człowiek produkuje w tym samym czasie 100 kaloryj, wnioskujemy, że blaszanka ogrzewa wóz 3 razy mocniej od człowieka siedzącego w wozie, ogrzewa go więc tak, jakby się ogrzewał, gdyby w nim 3 osób siedziało, widzimy więc, jak mało przyczyniają się do ogrzewania blaszanki napełniane wodą.

Ponieważ blaszanka ostyga po upływie 3 godzin do tego stopnia, że ją do ogrzewania użyć więcej już nie można, więc wymieniać trzeba blaszanki podczas 12 godzinnej jazdy $\frac{12}{3} = 4$ razy. Ponieważ doświadczenie uczy, że chcąc, aby blaszanka wsunięta do wozu posiadała 70° C. ciepła, ogrzać ją trzeba przynajmniej do 80° C, gdyż tyle ciepła traci się w ciągu tego czasu, który mija między chwilą ogrzania blaszanki a chwilą wsunięcia jej do wozu, więc chcąc wóz ogrzewać przez 12 godzin, wydać na to trzeba ciepła:

$$80 \times 15 \times 4 = 4800$$

kaloryj, z którego to ciepła wyzyskuje się tylko:

$$(70 - 10) \times 15 \times 4 = 3600$$

kaloryj, a więc 75%.

Wymiana ostygłych blaszanek na blaszanki ogrzane, odbywać się musi podczas postoju pociągu, jest ten krótki, a ilość blaszanek znaczną, to potrzeba do uskutecznienia wymiany blaszanek, wielką ilość robotników, gdyż jeden robotnik, nie uniesie więcej jak dwie blaszanki, a ponieważ utrzymywanie ludzi z kosztami jest połączone, więc ogrzewanie blaszankami, operacyą tanią być nie może.

Co się tyczy sposobu ogrzewania *blaszanek*, znachodzimy na kolejach dwojaką praktykę, a mianowicie napełnia się blaszanki do $^3/_4$ ich objętości zimną lub letnią wodą, wpuszczając do niej parę, tak, aby temperatura blaszanki doszła do 80° C; lub też napełnia się blaszanki raz na zawsze wodą, zamykając je szczelnie, w którym to razie wsuwa się całą blaszankę do kotła, zawierającego w sobie gorącą wodę. Tam, gdzie ruch osób nie jest zbytnie ożywionym, używa się pierwszego, w innym zaś razie, sposobu drugiego.

Parę potrzebną do ogrzewania wody, znajdującej się w blaszance, czerpie się zazwyczaj z kotła lokomotywy, w którym to razie przytwierdzić trzeba tak do kotła, jakoteż do blaszanki stósowne kurki, umożliwiające przepływ pary z kotła do blaszanki. Sposób ten, ogrzewania wody w blaszankach, nadaje się jednak tam tylko, gdzie chodzi o ogrzewanie kilku tylko blaszanek, chcąc zaś ogrzewać większą ich ilość, np. 100—200 sztuk, sposób ten, już nie odpowiada. Dla tego też ustawiają większe koleje, w stacyach, w których blaszanki do wozów się wsuwa, kotły z gorącą wodą, nadając im takie rozmiary, aby ogrzewać było można równocześnie znaczną ilość blaszanek.

Francuska kolej wschodnia, utrzymująca w używaniu 1100 blaszanek, ogrzewa je w kotłach, mających po 4·5^m głębokości 1·35^m długości i 1·1^m wysokości, blaszanki zaś zanurza w ten sposób w wodzie, że je wkłada w siodełka, umocowane na taśmie bez końca, którą rozpięto stosownie na dwóch od siebie oddalonych walcach. Kolej ta używa więc do wprowadzania blaszanek do kotła, takiego samego przyrządu, jakiego używają budowniczowie do wyprowadzania cegieł do szczytu wysokiego muru.

Taśma wchodząca w gorącą wodę, posiada zaś taką długość, że równocześnie zanurza się 25 blaszanek, a porusza się tak zwolna, że blaszanki pięć minut w kąpieli pozostają, który to czas najzupełniej wystarcza, do nadania im temperatury do 90° C. W opisany sposób, ogrzewano tam w roku 1877 przeszło milion blaszanek.

W miejsce obracających się walców, prowadzących taśmę do kąpieli, na której się znajdują siodełka, wtacza holenderska kolej nadreńska, do wnętrza kotła, cały wózek naładowany blaszankami. Skoro wózek wjechał do kotła, zamyka się go szczelnie, wpuszczając doń parę prężącą siłą $1^2/_3$ atmosfer, ciepłota tej pary wystarcza zupełnie do nadania blaszankom odpowiedniej temperatury w ciągu 10 minut, czy jednak system ten, zaprowadzony w roku 1881 przez inżyniera *Verloop*, się nada, doświadczenie pouczy.

Ponieważ napełnianie blaszanek wodą, sprawia poniekąd znaczne trudności, a woda, ciepła zbyt długo nie trzyma, więc napełniano blaszanki rozpalonem piaskiem, Blaszanek tak napełnionych, znajdowało, się w roku 1878, na związkowych kolejach 2042. Sposób ten, nie rozpowszechnił się jednak więcej, albowiem ogrzewanie piasku i przenoszenie ciężkich blaszanek natrafiało na trudności.

Chęć usunięcia opisanych niedogodności naprowadziła techników na zupełnie inny sposób ogrzewania.

Wiadomo powszechnie, że skoro się stykają ze sobą dwa ciała posiadające nie jednakową temperaturę, ciepło ciała cieplejszego przechodzi na ciało zimniejsze, a przechód trwa tak długo, dopóki ciepłota w obydwóch ciałach nie będzie jednaką.

Ciało cieplejsze straci więc tyle ciepła, ile zyska ciało zimniejsze, ztąd jednak nie wynika, jakoby ciało cieplejsze koniecznie *stygnąć* musiało, ogrzewając ciepłem swem ciało zimniejsze, są albowiem okoliczności, w których ciała cieplejsze ciepło oddają nie oziębiając się wcale.

Do utrzymania drobin ciała, w tem oddaleniu w którem się właśnie znajdują, potrzeba pewnej pracy mechanicznej, którą to pracę ciało napowrót we formie ciepła oddaje, skoro przechodzi w stan skupienia, w którem drobiny jego, bliżej siebie się znajdują.

Do uzyskania kilograma pary mającej tę samą temperaturę, jaką posiada wrząca woda, potrzebowano 537 kaloryi, (dział lokomotywa §. 10), ciepło to, zostało *zużyte* do utrzymywania drobin wody w tem oddaleniu od siebie, które cechuje stan skupienia, zwany *parą*. Dla tego też termometr ciepła tego, wykazać nie może. Para posiada więc tę samą temperaturę co i woda, t. j. 100° C, a przecież zawiera w sobie o 537 kaloryi więcej ciepła!

Znachodzi się para w otoczeniu, którego temperatura leży niżéj 100° C, *skraplając* się, wydawać będzie ciepło, które potrzebowała do utrzymania się w kształcie pary, temperatura jej pomimo oddawania ciepła pozostaje jednak

niezmienną, dopiero gdy *wszystka* para się skropli, gdy się więc *zupełnie* we wodę przeobrazi, woda *stygnąć* poczyna.

Lecz nie tylko ciała *lotne*, ale także i ciecze użyć można do ogrzewania, dać im tylko trzeba sposobność do *krzepnięcia*, gdyż w takim razie, *nieoziębiając* się wcale, wydać mogą wszystko ciepło, które w sobie więziły celem utrzymania się w stanie skupienia, w którym się znajdowały, a więc będąc *cieczą*.

Napełnimy blaszankę krystałkami saletry, i ogrzejemy ją tak mocno, że saletra się *stopi*, to blaszanka taka, wstawiona do wozu w którym jest niższa temperatura od temperatury roztopionej saletry, *krzepnąc*, wydawać będzie ciepło które pochłoniła, przeobrażając swe *krystały* w *ciecz*.

Ciepło przeobrażone w mechaniczną pracę a zużyte na *utrzymanie* stanu skupienia, niebędąc już więcej ciepłem, termometr wykazać nie może. Ponieważ jednak ta sama mechaniczna praca, przeobraża się napowrót w ciepło gdy ciecz krzepnie, lub ciało lotne się skrapla, więc sobie przedstawiano, jakoby ciepło było w ciele ukrytem, i zwano go, ciepłem *utajonem*.

W cieple *utajonem*, posiadamy więc niejako zbiornik lub magazyn, w którym ciepło *przechowywać* możemy, ciało bowiem nie zniża swej temperatury, *jak długo wydaje* swe ciepło utajone, ogrzewa więc otoczenie, nie zmieniając swej temperatury wcale, dopiero gdy *skrzepnie*, temperaturę swą zniżać poczyna.

Korzyść ogrzewania takiego, zwanego *ogrzewaniem ciepłem utajonem*, leży więc w tem, że oprócz ciepła, które wydaje ciało ogrzane podczas gdy *stygnie*, wyzyskujemy jeszcze i to ciepło, które oddaje gdy *zmienia stan swój skupienia*.

Ponieważ ciecze zawierają znaczne ilości ciepła utajonego, zwykle daleko więcej niż wydają zniżając swą temperaturę (gdy stygną), więc w możności wyzyskania *jeszcze i tego ciepła*, leży doniosłość nowej myśli ogrzewania.

Ogrzewając wozy *gorącą wodą*, możności tej nie mamy, gdyż ta nie ostyga do tego stopnia, aby się w *lód* zamieniła. Woda przeobrażając się w *lód*, a więc woda marznąca, wyda wprawdzie wszystko ciepło, które miała, utrzymując się jako ciecz, ciepło to użyć jednak można tylko do podniesienia temperatury, stojącej poniżej zera, a to znów tylko do podniesienia jej do wysokości 0^0 C; gdyż przy tej właśnie temperaturze, *woda* w *lód* się przeobraża. Gdyby więc chodziło o podwyższanie temperatury, tylko do wysokości zera, użyćby można lodu, do ogrzewania wozów.

Ciała, które użyć można na cele ogrzewania ciepłem utajonem, krzepnąć więc muszą przy temperaturze znacznie wyższej od tej temperatury, którą w wozie utrzymać chcemy, nie śmią się topić przy wyższej temperaturze, jaką człowiek przenoszący blaszanki, bez uszkodzenia rąk, znieść może, i zawierać winne ile możności jak najwięcej ciepła utajonego.

Wiadomo, że do ogrzania kilograma wody o jeden stopień wyżej, potrzeba jednej kaloryi ciepła (dział lokomotywa §. 10) do ogrzania innej *cieczy*, potrzeba mniej ciepła, do ogrzania ciała *skrzepłego*, jeszcze mniej. Do ogrzania kilograma *lodu* mającego temperaturę kilka stopni niżej zera, o jeden stopień wyżej (zawsze jednak poniżej zera) potrzeba $^1/_2$ kaloryi, podczas gdy do podniesienia temperatury *wody* również o 1^0 C, potrzeba dwa razy tyle, bo całą kaloryę. Do ogrzania kilograma kryształków saletry sodowej, o 1^0 C wyżej, potrzeba 0·413, do ogrzania zaś roztopionej saletry, również o 1^0 C wyżej, potrzeba już tylko 0·278 kaloryi i t. p. Podczas gdy ciepło potrzebne do podwyższenia temperatury kilograma *wody* o 1^0 C, nazwano *kaloryą*, zowiemy ciepło, potrzebne do podwyższenia kilograma jakiego bądź ciała, *ciepłem gatunkowem*.

Ciepło gatunkowe lodu, wynosi $^1/_2$ kaloryi, kryształów saletry sodu 0·413, cieczy saletrowej, zaś 0·278 i t. p.

Znając ciepło gatunkowe ciała *skrzepłego*, dalej ciepło gatunkowe jego *cieczy*, a nakoniec punkt topliwości tegoż ciała, tj. temperaturę w której się stapia, obliczyć można dosyć dokładnie ilość ciepła utajonego, wzorem podanym przez francuza *Person*.

$$u = (160 + t)(c - c_1) \qquad 22)$$

w którym wyraża:

u... ciepło utajone, mierzone w kaloryach;

t... temperaturę topliwości, mierzaną termometrem Celziusza;

c... ciepło gatunkowe cieczy, mierzane w kaloryach;

c_1... ciepło gatunkowe, ciała skrzepłego, mierzane również w kaloryach.

Lód stapia się przy temperaturze 0^0, ciepło gatunkowe jego cieczy, a więc wody, wynosi jednę kaloryę, ciepło zaś gatunkowe lodu, wynosi jak już wspomniano $^1/_2$ kaloryi, mamy przeto: $t = o$, $c = 1$, $c_1 = {}^1/_2$, zkąd wypada, używając powyższego wzoru: $u = (160 + o)(1 - {}^1/_2) = 80$, co znaczy, że kilogram lodu potrzebuje do stopienia się 80 kaloryj, lub

też, że kilogram marznącej wody, wyda 80 kaloryj, skoro woda w lód się zamieni. Doświadczenie uczy, że ciepło utajone lodu, nie wyniesi 80, lecz $79^1/_4$ kaloryj.

Siarka, topi się przy temperaturze + 115° C, ciepło gatunkowe skrzepłej siarki wynosi 0·203, cieczy zaś, 0·234 kaloryj, ciepło utajone będzie przeto:

$$(160 + 115)\ (0{\cdot}234 - 0{\cdot}203) = 8{\cdot}525$$

kaloryj, podczas gdy doświadczenie wykazuje 9·368 kaloryj.

Saletra sodowa, topi się przy ciepłocie 310·5° C, ciepło gatunkowe kryształów wynosi 0·278, cieczy zaś 0·413 kaloryi, kilogram saletry sodowej wyda przeto podług powyższego wzoru:

$$(160 + 310{\cdot}5)\ (0{\cdot}413 - 0{\cdot}278) = 63{\cdot}52$$

kaloryi, podczas gdy doświadczenie wykazuje 62·97 i t. p.

Widzimy więc, że znając punkt topliwości, zależeć będzie ilość ciepła utajonego od wielkości różnicy między ciepłem gatunkowem *cieczy*, a ciepłem ciała *skrzepłego*. Pomiędzy ciałami, które przy stosunkowo nie wysokim punkcie topliwości, zawierają w sobie wielką ilość ciepła utajonego, odznacza się sól, ktorej skład, chemicy wyrażają wzorem:

$$Na\ O.\ C_4\ H_3\ O_3 + 6\ aqua.$$

zwana *octanem sodu*. Kryształy tej soli, topią się przy ciepłocie + 58·9° C, ciepło gatunkowe ciała *skrzepłego* wynosi 0·32, *cieczy* zaś, 0·75. Kilogram octanu sodu, wyda przeto ze względu na wzór 22:

$$(160 + 58{\cdot}9)\ (0{\cdot}75 - 0{\cdot}32) = 94{\cdot}127$$

lub, w zaokrągleniu 94 kaloryi.

Mając tę własność w pamięci, przedstawił z końcem roku 1881, *Ancelin*, francuskiej akademii umiejętności, *octan sodu*, jako sól nadającą się najlepiej do ogrzewania ciepłem utajonem.

Napełniwszy blaszankę kryształkami octanu sodu i zamknąwszy ją szczelnie, wstawić ją można do gorącej wody, a blaszanka ogrzeje się wraz ze solą, którą w sobie zawiera odpowiednio do temperatury wody. Ogrzano np. blaszankę do 80° C, to octan sodowy w niej zawarty, stopić się już musiał, bo kryształy jego, topią się już przy ciepłocie 58·9° C, lub zadowalając się przybliżeniem, przy ciepłocie 60° C. Wstawiając tak ogrzaną blaszankę do wnętrza wozu, wyzyskamy więc, skoro blaszanka pozostanie

w wozie, dopóki nie ostygnie do + 10° C, (do tej temperatury bowiem wnętrze wozu ogrzać zamyślamy), na każdy kilogram octanu sodu, następującą ilość ciepła:

skutkiem ostygania cieczy z temperatury 80° do 60° otrzymujemy: (80 — 60) × 0·75 = ...	15
ciepło utajone w cieczy, wynosi	94
skutkiem ostygania ciała skrzepłego z temperatury 60° do 10° C, otrzymujemy (60—10) × 0·32 .	16
razem . . .	125

kaloryj.

Blaszanka mająca 15 litrów objętości, zawierająca więc w sobie 15 litrów wody, lub 20 litrów octanu sodu, wyda więc w takim razie 125 × 20 = 2500 kaloryj, bezmała więc tyle, ile wyda kilogram palącego się drzewa. Blaszanka napełniona wodą, mającą 80° C, wydałaby zaś tylko (80 — 10) × 1 × 15 = 1050 kaloryj ciepła, octan sodu wydaje więc $\frac{2500}{1050}$ = 2·4 razy tyle ciepła co woda.

W zimie, z roku 1881 na rok 1882, przeprowadzono w tej mierze próby, na francuskiej kolei wschodniej, na kolejach państwowych we Francyi, dalej w Portugalii i północnych Włoszech, a na koniec na niektórych kolejach w Anglii.

Doniosłość ogrzewania opisanego, oceni się należycie, zważając, że blaszanka napełniona octanem sodu, ostyga przynajmniej 4 razy wolniej, od blaszanki napełnionej gorącą wodą, tak więc, że blaszanki napełniane octanem sodu, leżeć mogą w wozie przynajmniej 4 razy tak długo, jak blaszanki napełnione wodą. Ponieważ w ciągu 12 godzin, blaszanki napełniane wodą, wymieniać trzeba 4 razy, więc blaszanka napełniona octanem wodu, starczy do ogrzewania wozu, na 12 godzin.

Korzyść więc, jaką osiągamy, ogrzewając wozy ciepłem utajonem, jest potrójną; a mianowicie: nie deranżujemy podróżnych częstem wymienianiem blaszanek, nie potrzeba utrzymywać na stacyach dużo robotników celem wymieniania ostygłych blaszanek, a nakoniec szczędzimy na paliwie. Oszczędność w paliwie obliczyć można jak następuje:

Chcąc podczas mrozu — 10° C, utrzymać we wozie przez 12 godzin stałą ciepłotę + 10° C, używając blaszanek napełnionych octanem sodu, wydać trzeba na każdą z blaszanek zawierających po 20 kilogramów tej soli, następującą ilość ciepła:

Do ogrzania blaszanki z temperatury — 10° C, do temperatury topienia się octanu sodu, a więc do temperatury 60° C, wydać trzeba:

$$\left[60 - (-10)\right] \times 0{\cdot}32 \times 20 = \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 448$$

do przeobrażenia kryształów octanu sodu mających temperaturę 60° C, w ciecz, mającą również tę samą temperaturę, trzeba $94 \times 20 = \ldots\ldots\ldots\ldots$ 1880
do podniesienia temperatury cieczy z 60° do 80°, trzeba ciepła $(80-60) \times 0{\cdot}75 \times 20 = \ldots$ 300
w całości więc.... 2628
kaloryj.

Używając zaś do ogrzewania wozu, blaszanek napełnionych wodą, wydać trzeba pod temi samemi warunkami:

$$\left[80-(-10)\right] \times 1 \times 15 \times 4 = 5400$$

kaloryj, a więc:

$$\frac{5400}{2628} = 2$$

dwa razy tyle ciepła, co wydano, używając do ogrzewania blaszanek, napełnionych octanem sodu; który to wynik bardzo dobrze się zgadza z doświadczeniem, wykazującem, że blaszanka napełniona octanem sodu, ostyga co najmniej 4 razy wolniej od blaszanki napełnionej wodą.

Blaszankom, napełnionem wodą, nadać można ciepło potrzebne do ogrzewania wozów, wkładając je do kotła, zawierającego wrzącą wodę, blaszanki napełniane octanem sodu, wymagają zaś daleko więcej ciepła, gdyż dostarczyć im trzeba oprócz ciepła potrzebnego do ogrzania soli, nadto jeszcze ciepła, które sól ta, w sobie utaja, któregoto ciepła wodzie, dostarczać nie było trzeba.

Wynika ztąd, że kąpiel musi być gorętszą dla blaszanek napełnionych octanem sodu, aniżeli dla blaszanek napełnionych wodą. Ponieważ kąpiel, dla blaszanek tych ostatnich, posiada już możliwie najwyższą ciepłotę, więc użyć trzeba do kąpieli blaszanek napełnianych octanem sodu, *więcej* wody, mieć więc trzeba większe kotły, lub też nie używać

do kąpieli *wody*, lecz innej cieczy, która się daje mocniej ogrzewać niż woda. Gdyby blaszanki, napełniane octanem sodu, zanurzano w wodzie, mającej temperaturę 1^0 C, potrzebowanoby do ogrzania każdej, 2500 kilogramów wody, gdyż kilogram wody mającej ciepłotę 1^0 C, wydaje właśnie jednę kaloryę ciepła.

Ponieważ kąpiel posiada 100^0 C, wystarcza do ogrzania jednej blaszanki $\frac{2500}{100} = 25$ kilogramów wrzącej wody. Gdyby zaś blaszankę nie napełniano octanem sodu, lecz wodą, wystarczałoby do ogrzania takiej blaszanki $\frac{1050}{100} = 10{\cdot}5$ kilogramów, a więc o połowę mniej wody. Okoliczność ta, stanowi ujemną stronę ogrzewania ciepłem utajonem.

Złemu częściowo zaradzić można, nie używając do kąpieli wody, lecz ciał dających się mocniej ogrzewać jak woda, jak np. oleju, pary, rozpalonego piasku, lub też wody, w której rozpuszczono pewne sole.

Woda wrze jak wiadomo przy 100^0 C, *terpentyna* wrze dopiero przy 293^0 C, *olej lniany*, przy ciepłocie 317^0 C. i t. p. żadnych z tych ciał do ogrzewania blaszanek użyć jednak nie można, albowiem punkt ich wrzenia, leży zanadto wysoko, i oprócz tego, ciała te, są kosztowne.

Praktyczniej będzie, użyć do ogrzewania zwykłej wody, w której rozpuszczono pewne sole. Wiadomą jest bowiem rzeczą, że woda w której rozpuszczono jakąś sól, wrze przy wyższej temperature aniżeli woda czysta, jakoteż, że temperatura wrzenia, wzrasta ze stopniem koncentracyi rozczynu.

Rozpuszczając w wodzie sól kuchenną, podnosi się punkt wrzenia rozczynu, o 1^0 C, skoro woda zawiera 7·7% soli; o 5^0 C, dla rozczynu $27{\cdot}7^0$, o 8^0 C, dla rozczynu 39·7%, wyżej zaś, punkt wrzenia podnieść nie można.

Następująca tabliczka uwidocznia stopień koncentracyi rozmaitych rozczynów, potrzebny do podniesienia punktu wrzenia wody, zawierającej sól, o ilość stopni termometru Celziusza, wykazaną w kolumnie pierwszej.

podwyższenie temperatury wrzenia	s ó l				
	sól kuchenna	chlorek potasowy	azotan sodowy	chlorek wapniowy	azotan ammonowy
t°	koncentracya %				
1	7·7	9·0	9·3	10·0	10·0
2	13·4	17·1	18·7	16·5	20·5
3	18·3	24·5	28·2	21·6	31·3
4	23·1	31·4	37·9	25·8	42·4
5	27·7	37·8	47·7	29·4	53·8
6	31·8	44·2	57·6	32·6	65·4
7	35·8	50·5	67·7	35·6	77·3
8	39·7	56·9	77·9	38·5	89·4
9	—	—	88·3	41·3	101·9
10	—	—	98·8	44·0	114·9

Dodając do 100 części wody, 44 części *chlorku wapniowego,* podniesie się jej temperatura wrzenia o 10° C. Woda zawierająca 44% tej soli, wrzeć przeto będzie dopiero przy 100 + 10 = 110° C.

Sól ta, podnieść zdoła temperaturę wrzenia bardzo wysoko, podwyższeniu temperatury wrzenia o:

10° C	odpowiada	bowiem	koncentracya	44·0 %
11	"	"	"	46·8 "
12	"	"	"	49·7 "
13	"	"	"	52·6 "
14	"	"	"	55·6 "
15	"	"	"	58·6 "
16	"	"	"	61·6 "
17	"	"	"	64·6 "
18	"	"	"	67·6 "
19	"	"	"	70·6 "
20	"	"	"	73·6 "

Woda, zawierająca 73·6% owej soli, wrzeć przeto będzie dopiero przy ciepłocie 100 + 20 = 120° C.

Używając do ogrzewania wozów, blaszanek napełnionych octanem sodu, nadać trzeba każdej blaszance 2500 kaloryj ciepła. Biorąc ciepło to, z ciepła wrzącej wody, wy-

maga każda blaszanka $\frac{2500}{100} = 25$ kilogramów kąpieli, dodajemy zaś do kąpieli 39·7 procent soli kuchennej, to wystarcza na każdą blaszankę, już tylko $\frac{2500}{100 + 8} = 23$ kilogramów rozczynu, używamy zaś jako kąpiel, wody zawierającej 73·6% chlorku wapniowego, to nie potrzeba więcej jak $\frac{2500}{100 + 20} = 21$ kilogramów cieczy kąpielowej.

Wypada ztąd, że blaszanki napełnione octanem sodu, ogrzewać będzie można korzystnie parą, gdyż para posiada 537 kaloryj utajonego ciepła (dział lokomotywa §. 10), które to ciepło całkowicie wyzyskać można na cele ogrzewania blaszanek.

W takim razie użyć by trzeba systemu pana *Verloop* praktykowanego na kolejach holenderskich, a w poprzód już opisanego.

Ponieważ, ogrzewając wozy ciepłem utajonem, potrzeba tak do napełniania blaszanek, jako też na domieszkę do kąpieli, w której blaszanki ogrzewać się mają, sól chemicznych, które z natury rzeczy, droższe być muszą od wody, wydawać by się mogło, jakoby takie ogrzewanie wozów, ze znacznemi kosztami połączone być musiało. Tak jednak nie jest, albowiem blaszanka raz napełniona solą, nigdy więcej wypróżnianą być nie potrzebuje. Sól zamknięta w blaszance szczelnie, służyć bowiem może tak długo, jak długo blaszanka wytrzyma; koszta pierwszego tylko napełnienia są większe od kosztów napełniania blaszanek wodą.

Kilogram octanu sodu, kosztuje 80 centów, ponieważ blaszanka mieści w sobie 20 kilogramów, więc kosztować będzie blaszanka napełniona tą solą 16 złr., ponieważ pociąg osobowy potrzebuje przynajmniej 30 blaszanek, więc ogrzewanie jednego pociągu, wyniesie 480 złr., kursuje na kolei dziennie 4 pociągi, to wynoszą koszta nabycia przyrządów potrzebnych do ogrzewania, nie wliczając kosztów zakupna blaszanek i kosztów założenia, jakoteż utrzymywania kotłów w których blaszanki się ogrzewa, 1920 złr.

47.

Ogrzewanie krążącą wodą.

Blaszanki, opisane w §. 46, nie ogrzewają wnętrza wozu dostatecznie, skutkiem czego w ciepłych tylko krajach z korzyścią używać się dają, oprócz tego ma sposób ten ogrzewania jeszcze i tę niedogodność, że magazynowanie ciepła w blaszankach, z trudnościami jest połączone.

Nie wszędzie bowiem ustawiać można kąpiel, w której się blaszanki ogrzewa, a okoliczność ta, sprowadziła inżynierów na myśl, by nie wyjmować blaszanek z wozu wcale, lecz połączyć je ze sobą w ten sposób, aby, nalewając wrzącą wodę do naczynia umieszczonego na zewnątrz wozu, woda rozchodzić się mogła po wszystkich, stale w wozie osadzonych blaszankach. Austryacka kolej państwowa, poczęła pierwsza ogrzewać wozy salonowe w ten sposób; ogrzewała je bowiem już w r. 1869. Kolej zachodnia, idąc w ślad swej poprzedniczki, rozszerzyła system ten ogrzewania, na wszystkie wozy osobowe wchodzące w skład pociągu, czem zwróciła uwagę na nowy sposób ogrzewania.

Kolej nadreńska niechcąc gorącej wody do wozów *donosić*, ustawiła przy pociągu *piecyki*, które wodę *podczas drogi* ogrzewały. Gorąca woda rozchodząc się rurami, napełniała blaszanki, znajdujące się we wozie.

Myśl ogrzewania wozów *krążącą wodą*, zasługuje na uwagę. Szczegółowe opisanie tego sposobu ogrzewania, będzie przeto na miejscu.

Gdyby rurę napełnioną raz na zawsze wodą, zgięto w pierścień, a pierścień otrzymamy tym sposobem, ustawiono kantem, tak, że płaszczyzna jego, stanęłaby pionowo, jak np. stoi rama okien naszych, a dolną część pierścienia, czyli ramy, poczęto by ogrzewać, to woda, pomimo że rama jest pełną, przecież w niej krążyćby musiała.

Woda mocniej ogrzana, jako gatunkowo lżejsza, wznosiłaby się w górę, a gdyby, przybywszy do szczytu, oddawać mogła ciepło, które w dole nabyła, to, oziębiając się skutkiem oddania ciepła, znów w dół ściekaćby musiała. Gdyby ją tutaj świeżem ciepłem naładowano, toby go znów do góry wznosić musiała.

Myśl tę, zastósowano do ogrzewania wozów w ten sposób, iż ustawiono na dnie ogrzewać się mającego wozu, mały piecyk mający $0{\cdot}5^{m}$ wysokości, i 35 centimetrów śred-

nicy, ogrzewający jednę część ciągu żelaznych (32 milimetrowych) rur, napełnionych wodą, a prowadzących do wnętrza wozu.

Część zwoju rur, wystawiona na bezpośrednie działanie ognia, ogrzewa wodę, która idąc pod podłogą, wznosi się w górę wzdłuż ściany, płynie przez cały sufit, schodząc na drugim końcu w dół, zkąd, idąc zwojem rur po pod siedzenia, ciepło swe tam oddaje, co uczyniwszy, dostaje się w to samo miejsce zkąd pierwej wyszła. Ogrzewając się tutaj, na świeżo krążyć poczyna.

System ogrzewania, panów *Weibel* i *Briquet*, patentowany w roku 1872 polega w opisanej myśli. Dotyczące doświadczenia przeprowadzone na szwajcarskich kolejach, wykazały, że ogrzewając wozy krążącą w rurach wodą, sprawić można w wozie temperaturę o 10° C wyższą od temperatury wóz otaczającego powietrza, pomimo że rury przeprowadzające wodę, wcale żadnego spadu nie miały.

System ogrzewania krążącą wodą odmienili Amerykanie, o tyle, że nie ustawiają piecyka w każdym wozie z osobna, lecz utrzymują ogień w jednym punkcie całego pociągu, rozprowadzając rury po wszystkich wozach, które wchodzą w skład pociągu.

Zwój rur wystawiony na bezpośrednie działanie ognia, posiada 4—5 metrów długości, podczas gdy węże umieszczone po pod siedzeniami jednego wozu, mają razem 60—70 metrów długości.

Belleroche ulepszył w roku 1876, system ogrzewania za pomocą krążenia ogrzanej wody. Nie używa on bowiem wcale żadnych *pieców*, lecz rozprowadza po wozach wodę, ogrzaną w *tenderze* za pomocą pary, dostarczanej z kotła lokomotywy.

Woda, oddawszy swe ciepło metalowem płytom, umieszczonem na podłodze ogrzewać się mającego wozu, wraca napowrót do tendera, gdzie się znów na świeżo ogrzewa.

Doświadczenie uczy, że już 10 minut po złączeniu lokomotywy z pociągiem, czuć się daje w wozach przyjemne ciepło, pomimo, że woda ogrzana w tenderze, nie posiada wyższej temperatury, jak 38° C.

Pociągi ogrzewane systemem *Belleroche*, kursowały w zimie w latach 1877 i 1878 na liniach Sambre-Neusse i Charleroi-Antwerpia, a ogrzewanie odpowiadać miało wszelkiem wymogom.

Jako niezaprzeczoną zaletę ogrzewania wozów krążącą wodą, podnieść należy tę okoliczność, że podczas zde-

rzenia się dwóch pociągow, lub wykolejenia się wozów, system ten, nie przedstawia wcale żadnego niebezpieczeństwa pożaru, gdyż woda, wylewając się uszkodzonemi rurami, ogień raczej gasi, aniżeli go wznieca.

Ogrzewanie wozów krążącą wodą, przedstawia jednak pewne niedogodności, do których zaliczyć wypada: trudność regulowania ciepła podług woli i usposobienia podróżnych, jakoteż możebność zamarzania wody podczas mrozów. Domieszka gliceryny złego nie uchyla, albowiem kurki zamykające wodę szczelnie, przestają być szczelnemi dla gliceryny.

Jako ujemną stronę ogrzewania wozów krążącą wodą, uważać trzeba także i tę okoliczność, że ogrzewanie takie, nie sprawia przewiewu, że kurz osadzający się na rozgrzanych rurach, spalając się, wydaje nieprzyjemną woń, a na koniec, że rury, przeprowadzające gorącą wodę, rozpalić się mogą do tego stopnia, że otaczające je drzewo, stanowiące jakąś składową wozu, łatwo zająć, a przeto utlić się może.

Powierzchnia, jaką rurom ogrzewalnem nadać wypada, zależy od całkowitej potrzeby ciepła, którą na godzinę do wnętrza wozu dostarczyć trzeba, a którą to potrzebę, podług paragrafów 42 i 43 obliczać wypada.

Zauważyć należy, że skuteczne ogrzewanie wozu zależy mniej od *ilości* krążącej wody, jak raczej od *szybkości* krążenia, t. j. od ilości w ciągu minuty przez dany przekrój przepływającej wody, gdyż ciepło tej wody, na cele ogrzewania wyzyskujemy.

Chyżość zaś krążenia, zawisła od różnicy temperatury między wodą wychodzącą z miejsca ogrzania, a wodą wracającą do tegoż miejsca.

Ciepłota wody, wynosząca w pobliżu paleniska 100^0 C, spada w rurach przewodowych, do 70^0, średnia temperatura wychodzącej wody, wynosi przeto $\frac{100 + 70}{2} = 85^0$ C, a ponieważ woda, która ciepło swe oddała, posiada zawsze jeszcze temperaurę 50^0 C, więc będzie przeciętna temperatura wracającej wody: $\frac{70 + 50}{2} = 60^0$ C; różnica temperatury między odchodzącą a wracającą wodą, wynosi przeto $85 - 60 = 25^0$ C.

Doświadczenie uczy, że różnicy takiej, odpowiada chyżość krążenia 4 metry na minutę, czyli 240 metrów na sekundę. Przyjmując 5 centimetów $= 0{\cdot}05^m$ jako średnicę rur przewodowych, wypada przekrój takich rur $0{\cdot}00196\ \square^m$,

w ciągu godziny krąży przeto $240 \times 0{\cdot}00196 = 0{\cdot}47^m$ sześciennych, lub $0{\cdot}47 \times 1000 = 470$ kilogramów wody. Ponieważ kilogram wody wydaje przy różnicy temperatury wynoszącej 1^0 C, jedną kaloryę ciepła, więc woda krążąca w rurach, oddawać będzie 470 kaloryj na godzinę, przy różnicy 25^0 C zaś, $25 \times 470 = 11750$ kaloryj.

Nim jednak ciepło to, dostanie się do wnętrza wozu, przejść musi pierwej przez ściany rur przewodowych, a ponieważ metr kwadratowy tych ścian, przepuszcza przy różnicy temperatury 1^0 C, 8 kaloryj na godzinę, więc znając całkowitą potrzebę ciepła, jakoteż różnicę temperatury grzejącej wody, i temperatury powietrza, którą w wozie utrzymać mamy, obliczanie długości rur przewodowych, żadnem trudnościom nie podlega.

Powierzchnia rury mającej 1^m długości i 5 centimetrów średnicy, wynosi $0{\cdot}157 \square^m$, metr rur przewodowych wyda przeto przy różnicy ciepła 1^0 C; $8 \times 0{\cdot}157 = 1{\cdot}256$ kaloryi na godzinę. Wynosi przeciętna temperatura wody wychodzącej z kotła 85^0 C, wnętrze wozu zaś ogrzać mamy do 15^0 C, to będzie różnica ciepła $85 - 15 = 70^0$ C, przy takiej różnicy ciepła, wyda metr bieżący rur $1{\cdot}256 \times 70 = 88$ kaloryj na godzinę.

Wynosi całkowita dostawa ciepła 4000 kaloryj na godzinę, to mieć trzeba w każdym wozie $\frac{4000}{88} = 45{\cdot}5^m$ rur.

Powierzchnię ogrzewalną kotła, oznaczyć zaś można jak następuje.

Wynosi dostawa ciepła dla jednego wozu, *k* kaloryj na godzinę, a ogrzewać mamy *n* wozów, to kocioł dostarczać musi **nk** kaloryj na godzinę, ponieważ podług *Scholza* przyjąć można, że metr kwadratowy kotła, dostarcza co godzinę 10000 kaloryj, więc wynosi powierzchnia ogrzewalna kotła:

$$\mathbf{H} = \frac{\mathbf{k\,n}}{\mathbf{10000}} \ldots \qquad (23$$

metrów kwadratowych.

W tym wzorze wyraża:

H... powierzchnię ogrzewalną kotła, w metrach kwadratowych;

k... ilość ciepła, dostarczać się mającego co godzinę do wnętrza wozu, wyrażoną w kaloryach, (wzór numer 20);

n... ilość ogrzewać się mających wozów, wchodzących w skład pociągu.

Wynosi dostawa ciepła na wóz i godzinę 4000 kaloryj, a pociąg składa się z 10 wozów, które wszystkie ogrzewać trzeba, to wynosić będzie powierzchnia ogrzewalna odpowiednego kotła:

$$\frac{10.4000}{10000} = 4$$

metry kwadratowe.

Ponieważ ilość kaloryj, przechodzących przez rury, zależną jest od średnicy rur przewodowych, więc przydać się może następująca, z dzieła *Scholza* wyjęta tabliczka:

Metr kwadratowy powierzchni rur przewodowych, przepuszcza, przy różnicy ciepła 1° C na godzinę, kaloryj:						
gatunek rury:	wewnętrzna średnica rury przewodowej w metrach					
	51	63	76	102	127	152
pozioma, z lanego żelaza.	—	—	7·87	7·65	7·43	7·21
pozioma, ze żalaza kutego, lub walcowanego . . .	8·26	8·09	7·93	7·75	7·65	7·35
rura pionowa bez względu na materyał z którego ją wyrobiono	8·74	8·61	8·49	8·43	8·35	8·30

Metr kwadratowy powierzchni rury, mającej wewnątrz średnicę 152 m/m, czyli 15·2 cm, przepuszcza więc na godzinę skoro rura leży poziomo 7·21, gdy zaś ustawioną jest pionowo, 8·3 kaloryi, a temperatura wody w rurze jest o 1° C wyższą od temperatury, którą w wozie utrzymać zamierzamy.

48.

Ogrzewanie parą.

Parę, użyć można do ogrzewania wozów w dwojaki sposób, a mianowicie ogrzewać nią *rury*, umieszczone we wnętrzu wozów, lub też ogrzewać *powietrze*, znajdujące się w naczyniach po za wozem, wprowadzając tak ogrzane powietrze, do wnętrza wozu.

Ten ostatni sposób ogrzewania (System *Lilienhoek*) znachodzimy w Szwecyi, pierwszy, zaś w reszcie Europy.

Rury zawierające parę, służącą do ogrzewania, rozprowadza się w ten sposób wzdłuż wozów, wchodzących w skład pociągu, że się umieszcza pod każdem siedzeniem ogrzewać się mającego wozu, zwój rur, podczas gdy koniec rury, z wolnem powietrzem komunikuje.

Ciąg rur wychodzący z kotła, w którym para się wytwarza, nie wraca więc napowrót do kotła, i nie jest na drugim swem końcu zamkniętym, cały system przedstawia niejako jednę tylko, na drugim końcu *otwartą* rurę. W rurę tę, wpuszcza się parę, która skraplając się podczas swej drogi, oddaje wielką część swego ciepła, podczas gdy nadmiar pary, jakoteż i woda skroplona, na zewnątrz otwartym końcem uchodzić mogą.

Ażeby lepiej wyzyskać ciepło uchodzącej pary, otaczają Amerykanie część rury prowadzącej po pod siedziska, cylindrami, które napełniają piaskiem. Przechodząca para, ogrzewa przeto piasek, który otrzymane ciepło, wnętrzu wozu zwolna tylko udziela, przez co, wóz lepiej się ogrzewa.

Rura musi być koniecznie otwartą, bo inaczej przechodząca para rozsadzić by mogła kauczukowe rękawy, łączące ze sobą rury dwóch sąsiednich wozów, jakoteż, że skroploną wodę, wydalić trzeba, gdyż ogrzewając się, konsumowałaby ciepło, przeznaczone do ogrzania wozu, a zamarzając w zimie, rury rozsadzić by mogła.

Biorąc parę do ogrzewania wozu, z kotła lokomotywy, nie można ją wpuszczać do rur przewodowych z tem samem prężeniem, jakie posiada w kotle, a które to prężenie 8—9 atmosfer wynosi, gdyż para tak wysoko-prężna, rury i rękawy łatwo rozsadzićby mogła. Ponieważ prężenie pary w rurach przewodowych, nie śmie nigdy więcej wynosić jak $2^1/_2$ atmosfer, więc nie można parę wypuszczać pełnym przekrojem rury przewodowej, lecz tylko pewną częścią tegoż przekroju. Para, niewypełniając przy wejściu całą

objętość rur przewodowych, rozszerzy się wnet do tejże objętości, przez co znów, prężenie jej w rurach przewodowych, zmniejszyć się musi.

Odwiedzeniem kurka w odpowiedni sposób, sprawić więc można, że prężność pary, spadnie do wartości $2^1/_2$ atmosfer.

Rury wyrabia się ze żelaza, nadając im średnicy $33^m/_m$, podczas gdy cylindry, napełnione piaskiem, otaczając rury, otrzymują średnicy $130^m/_m$.

Ogrzewanie wozów parą, zjednało sobie zwolenników, bo manipulacya jest prostą, służbę pociągową mało zaprzątającą, a przytem pewną.

Co się tyczy ilości pary, potrzebnej do ogrzewania wozów, obliczać ją można w sposób następujący:

Podług doświadczeń pana *Péclet*, zależy ilość na godzinę w rurach przewodowych, skraplającej się pary, od średnicy tychże rur. Rura, mająca średnicy 50 milimetrów przeprowadzająca parę ogrzaną do 100^0 C, a więc parę prężącą siłą jednej atmosfery, skrapla na metr □ swej powierzchni, $1^1/_2$ kilograma pary na godzinę, skoro prowadzi do naczynia, w którem temperatura powietrza wynosi 15^0 C.

Ponieważ kilogram pary, ogrzanej do 100^0 C, skraplając się na wodę mającą również 100^0 C, oddaje:

$$606{\cdot}5 + 0{\cdot}305.100 - 100 = 537$$

kaloryj, więc skraplaniem się $1^1/_2$ kilograma pary, wyzyskamy:

$$537 \times 1{\cdot}5 = 805{\cdot}5$$

kaloryj, przy różnicy ciepła (100 — 15) = 85^0 C. Przy różnicy zaś, wynoszącej 1^0 C, otrzymamy już tylko:

$$\frac{805{\cdot}5}{85} = 9{\cdot}5$$

kaloryj. Szersze rury, wydają na godzinę mniej kaloryj. Dla rur używanych przy wozach, przyjąć można 8 kaloryj, jako wartość średnią (tabelka §. 47).

Metr kwadratowy rur przewodowych, wydaje więc na każdy stopień różnicy między ciepłotą pary, a temperaturą mającą się utrzymywać w wozie, 8 kaloryj.

Mamy we wozie uzyskać temperaturę 15^0 C, używając do ogrzewania, pary mającej temperaturę 100^0 C, to wyda metr kwadratowy rur przewodowych:

$$8 \times (100 - 15) = 680$$

kaloryj na każdą godzinę ogrzewania. Potrzeba do ogrzania wozu 4000 kaloryj, to wyniesie długość rur przewodowych jednego wozu:

$$\frac{4000}{680} = 6$$

metrów które to rury, posiadać muszą średnicy 5^{cm}.

Ponieważ kilogram pary skraplając się, oddaje 537 kaloryi (skoro para miała temperaturę 100^0 C,) więc chcąc na cele ogrzania pociągu dostarczyć K kaloryj, wydać trzeba na godzinę:

$$\frac{K}{537}$$

kilogramów pary.

Wynosi dostawa ciepła dla *jednego* wozu, 4000 kaloryi na godzinę; to potrzeba dla każdego wozu;

$$\frac{4000}{537} = 7^1/_2$$

kilogramów pary na godzinę, którą to ilość jednak, ze względu na nieuniknione straty podczas jazdy, zwiększyć trzeba do wysokości 10 kilogramów.

Parę potrzebną do ogrzewania wozów, dostarczać może *kocioł odrębny* ustawiony w osobnym, na ten cel urządzonym wozie, lub też, czerpać ją można z *kotła lokomotywy.*

W pierwszym razie, nie ma obawy, aby do prowadzenia pociągu, zabrakło pary, gdyż przez ogrzewanie wozów, lokomotywa pary nie traci, starać się tylko trzeba, aby kocioł posiadał odpowiednie rozmiary.

Liczyć można, że metr kwadratowy powierzchni ogrzewalnej kotła, ustawionego na cele ogrzewania w odrębnym wozie, przeobraża w godzinie 20 kilogramów wody w parę, a ponieważ dostawiać trzeba na godzinę $\frac{K}{537}$ kilogramów pary, więc powierzchnia ogrzewalna kotła, mieć musi $\frac{K}{20 \times 537}$ lub w zaokrągleniu:

$$H = \frac{K}{10000} \quad . \; . \; . \qquad 24)$$

metrów kwadratowych (wzór 23).

Tutaj oznacza:

H... powierzchnię ogrzewalną kotła ustawionego w wozie, w metrach kwadratowych.

K... całkowitą ilość ciepła którą na godzinę dostawiać trzeba, celem ogrzewania wszystkich w skład pociągu wchodzących wozów.

Czerpiemy zaś parę, potrzebną do ogrzewania wozów, nie z *kotła odrębnego*, lecz z *kotła lokomotywy*, to zajść może obawa, czy też lokomotywa, będzie mogła oddawać co godzinę tyle pary, ile potrzeba do ogrzewania wozów, nie narażając się na brak pary, potrzebnej do prowadzenia pociągu.

Gdyby lokomotywa, produkowała tylko tyle pary, ile do prowadzenia pociągu niezbędnie potrzeba, to czerpiąc parę z kotła, ogrzewać by można wozy, tylko kosztem ciężaru, który lokomotywa przewozi.

Lokomotywa, posiadająca 100 metrów kwadratowych wielką powierzchnię ogrzewalną, wydaje na godzinę:

$$40 \times 100 = 4000$$

kilogramów pary.

Ponieważ na wóz i godzinę, wystarcza do ogrzewania, 10 kilogramów pary, więc oddać musi lokomotywa prowadząca pociąg, który się składa z 10 wozów, $10 \times 10 = 100$ kilogramów pary na godzinę, która to ilość,

$$\frac{100}{4000}\ 100 = 2^1/_2\ \%$$

całkowitej produkcyi wynosi.

Ubytek pary, jest więc tak mało znaczącym, że we wszystkich razach prawie, czerpać będzie można parę, potrzebną do ogrzewania wozów, z *kotła lokomotywy*, nie narażając się wcale na brak, do prowadzenia pociągu potrzebnej pary. W nowszym czasie, poczęto używać do ogrzewania wozów, parę, która w cylindrach lokomotywy służbę swą, *już spełniła*. Na ten cel odgałęża się w pobliżu dmuchawki, od rury odprowadzającej parę zużytą w cylindrach, odrębną rurę, którą para potrzebna do ogrzewania wozów, uchodzić może.

Sposób ten ogrzewania wozów, sprawia jednak tę niedogodność, że w takim razie, ogrzewać można wozy tylko, podczas ruchu pociągu. Ponieważ jednak wóz, do którego ustawicznie para nie dopływa, wnet się oziębia, więc spaść by mogła podczas przestanków na stacyach, temperatura

w wozach zanadto nizko, przez co znów, ogrzewanie, warunkom by nie odpowiadało.

Do ujemnych stron ogrzewania wozów parą, zaliczać trzeba: możność zamarzania rur, trudność ich łączenia między dwoma stykającemi się wozami, niemożebność ogrzania wozu przed wstawieniem go do pociągu, trudność ogrzewania dłuższych pociągów, niemożebność sprawiania przewiewu nieużywając wentylatorów, trudność regulowania ciepła, częstą odnowę kauczukowych rękawów, jakoteż tę okoliczność, że ogrzewając parą, nie wyzyskuje się ciepła zawartego w paliwie, lecz tylko ciepło zawarte w parze.

Pomimo to, ogrzewanie parą, rozszerza się coraz więcej. Austryjacka kolej Franciszka Józefa wyposażyła np. z końcem grudnia 1881, 16 swych wozów w system inżyniera *Haag*, używając je przy pociągach kurierowych.

49.

Ogrzewanie ciepłem powietrzem.

Powietrze znajdujące się we wozie, ogrzewać można pośrednio i bezpośrednio. Powietrze ogrzewamy pośrednio, skoro nie ogrzewamy go wprost ciepłem, które wydaje paliwo, lecz pierwej ogrzewamy inne ciało, które ogrzawszy się dostatecznie, ciepłem swem, wóz ogrzewa.

Ogrzewając wóz ciepłem gorącej wody, żarem rozpalonego piasku, warem pary, ciepłem utajonem, itp. ogrzewamy go *pośrednio*. Ogrzewając zaś powietrze piecem ustawionym we wozie, lub piecem umieszczonym na zewnątrz wozu, (w którymto razie wprowadzamy *ogrzane powietrze* do wnętrza wozu,) ogrzewamy go *bezpośrednio*.

Ten ostatni sposób bezpośredniego ogrzewania wozów, nazwano ogrzewaniem *ciepłem powietrzem*. Znamionem cechującem takie ogrzewanie, jest więc *piec*, *ustawiony na zewnątrz wozu* (zazwyczaj pod jego podłogą) ogrzewający powietrze w *osobnej komórce*, z której ciepłe powietrze do wnętrza wozu się dostaje.

Wynika ztąd, że przyrząd służący do ogrzewania wozów ciepłem powietrzem, składać się winien z trzech części, a mianowicie z *pieca* w którym się ciepło wytwarza z *komórki*, w której powietrze się ogrzewa, i z *kanałów*, któremi ciepłe powietrze do wnętrza wozu dopływa.

Nie zawsze jednak wszystkie te składowe istnieć muszą odrębnie od siebie. Ogrzewając np. wóz piecykiem ustawionym w jego wnętrzu, odpada osobna komórka ogrzewalna, albowiem wnętrze wozu przedstawia w takim razie komórkę taką, kanały dopływowe stają się w tym razie także zbędnemi.

Chęć usunięcia niedogodności, spowodowanych ustawianiem pieca we wnętrzu wozu (§ 45) nasunęła myśl, osadzania go na *zewnątrz* i wprowadzania ogrzanego powietrza, osobnemi rurami do wnętrza wozu.

Amerykanie, mając wozy zaopatrzone w *mostki*, tak zwane *platformy*, poustawiali piecyki służące do ogrzewania wozów, na tychże platformach, kolej nadreńska zaś, która pierwsza poczęła wozy ogrzewać ciepłem powietrzem (1869) nie mając takich wozów, zawieszała żelazne piecyki pomiędzy buforami. (system *Allen*)

Ulepszając system ogrzewania, zaprowadzony na kolei nadreńskiej, nagromadzili inżynierowie obecnie wiele przyrządów służących do ogrzewania ciepłem powietrzem.

Ogrzewanie wozów ciepłem powietrzem polega na zdrowej myśli, trudność konstrukcyi jedynie sprawia, że ogrzewanie tego systemu nie rozpowszechniło się tak, jakby zasługiwało. Przyjdzie jednak chwila w której pokonamy zapory, a ogrzewanie wozów ciepłem powietrzem, wejdzie w zwyczaj powszechny.

Ogrzewając wozy ciepłem powietrzem, ogrzewać trzeba po za wozem tyle zimnego powietrza, ile wynosi utrata ciepła we wnętrzu wozu (§ 42 wzór numer 15), a ponieważ utrata ta, jest znaczną, wymaga bowiem dostawy powietrza wynoszącej 200 – 400 metrów sześciennych na godzinę, więc ogrzewać trzeba po za wozem, wielkie masy powietrza.

Okoliczność ta sprawia pewne trudności, chcąc albowiem ogrzewać wielkie masy powietrza, trzeba mieć pod wozem obszerne komory, w którychby się gromadziło tyle powietrza, ile wnętrze wozu konsumuje, lub też ogrzewać trzeba mniejsze masy lecz ogrzewać je mocniej. W takim razie musi się mocno rozpalone powietrze mięszać we wozie z powietrzem zimnem, aby mięszanina uzyskała taką temperaturę, jaką mieć we wozie chcemy.

Zważając jednak, że powietrze wiele wyżej jak do ciepłoty 100°C ogrzewać nie można, gdyż mocniej rozpalone powietrze na pożar naraża, przychodzimy do przekonania, że zbyt małych komórek, budować nie będzie można.

Chcąc zaś objętość komórek ograniczyć ile możności jak najwięcej, wciskać trzeba do wnętrza wozu ogrzane po-

wietrze tak, aby tam wchodziło ile możności jak najszybciej. Lecz i tutaj natrafiamy na ciasne granice, albowiem chyżość powietrza przewyższająca chyżość 1^m — $1^1/_2{}^m$ na sekundę sprawia już we wozie przeciąg, który żadną miarą przyjemnym być nie może.

Wielkość piecyka umieszczonego pod podłogą wozu, któryby ogrzewał całą ilość powietrza dostawić sie mającego do wnętrza wozu, obliczyć zaś można jak następuje: Chcąc aby do wozu dostawało się a metrów sześciennych ciepłego powietrza, nie potrzebuje dopływać do komórki ogrzewalnej a metrów sześciennych powietrza zimnego, wystarcza na ten cel mniejsza ilość, np. x metrów, gdyż zimne powietrze, ogrzewając się, na objętości przybiera.

Z każdym stopniem temperatury zwiększa się objętość metra sześciennego powietrza o $\frac{1}{273}$ metrów. Wynosi różnica temperatury powietrza, wychodzącego z komórki do wnętrza wozu, a powietrza dopływającego z dworu do komórki ogrzewalnej $(t_1 - t)$ stopni, to otrzymamy z każdego metra powietrza zimnego,

$$\left(1 + \frac{(t_1 - t)}{273}\right)$$

metrów sześciennych, powietrza ciepłego.

Dostaje się w ciągu jednej godziny, do komórki ogrzewalnej x metrów powie-trza zimnego to ilość ta, wzrośnie po ogrzaniu do wartości

$$\left(1 + \frac{(t_1 - t)}{273}\right) x$$

metrów sześciennych.

Dopływa na godzinę, do wnętrza wozu a metrów sześciennych powietrza to będzie

$$\left(1 + \frac{(t_1 - t)}{273}\right) x = a$$

zkąd wypada, że w takim razie dostarczać trzeba do komórki ogrzewalnej, co godzinę

$$x = \frac{273 . a}{273 + (t_1 - t)}$$

metrów sześciennych zimnego powietrza.

Waży metr sześcienny zimnego powietrza, mającego temperaturę t^0C, z kilogramów, to dopływać musi do komórki ogrzewalnej na godzinę

$$\frac{273.a.z}{273 + (t_1 - t)}$$

kilogramów zimnego powietrza.

Do ogrzania tej ilości powietrza o $(t_1 - t)$ stopni wyżej, potrzeba przeto:

$$\left[\frac{273.(t_1 - t)}{273 + (t_1 - t)}\right] a.z$$

kaloryi.

Maey przytacza, że każdy kilogram węgla kamiennego spalonego w piecyku, (osadzonym pod podłogą wozu,) dostarcza do wnętrza wozu, w najlepszym razie 120 metrów sześciennych powietrza, ogrzanego do 106^0C. Ponieważ metr sześcienny powietrza waży $^4/_3$ kilogramów, a do podwyższenia ciepłoty kilograma powietrza, potrzeba $^1/_4$ kaloryi, więc wymaga ogrzewanie metra sześciennego powietrza $^4/_3 \times {}^1/_4 = {}^1/_3$ kaloryi. Chcąc więc ogrzać 120 metrów sześciennych powietrza o 106^0C wyżej, wydać na to trzeba $120 \times 106 \times {}^1/_3 = 4240$ kaloryi.

Spala się w piecyku, służącym do ogrzewania ciepłem powietrzem, na godzinę w kilogramów węgla kamiennego, to wydaje ilość ta paliwa, 4240.w kaloryi, mamy przeto równanie:

$$\frac{273\ (t_1 - t)}{273 + (t_1 - t)}\ a\ z = 4240.w$$

z którego wypływa, że chcąc na godzinę dostawiać do wnętrza wozu, a metrów sześciennych ciepłego powietrza, spalać trzeba w piecyku służącym do ogrzewania, co godzinę:

$$w = \frac{0{\cdot}064\ (t_1 - t)}{273 + (t_1 - t)}\ a.z$$

kilogramów węgla kamiennego.

Na metr sześcienny dostarczać się mającego powietrza ciepłego, wypada przeto wydatek:

$$\frac{0 \cdot 064\ (t_1 - t)}{273 + (t_1 - t)}\ z$$

kilogramów, lub

$$K = \frac{64\ (t_1 - t)}{273 + (t_1 - t)}\ z \ldots \qquad 25)$$

gramów węgla kamiennego.

W tym wzorze wyraża:

K... najmniejszą ilość węgla kamiennego, wyrażoną w gramach, którą piecyk przynajmniej spalać musi na metr sześcienny powietrza, dostawić się mającego co godzinę do wnętrza wozu.

t... temperaturę powietrza zimnego mierzoną termometrem Celziusza.

t_1... temperaturę powietrza ogrzanego w komórce, mierzoną również termometrem Celziusza.

z... ciężar metra sześciennego powietrza zimnego, w kilogramach.

Przykład.

Ile węgla kamienuego spalać trzeba co godzinę w piecyku, służącym do ogrzewania, skoro dostarczyć mamy podczas mrozu — 15°C, do wnętrza wozu, co godzinę 300 metrów sześciennych ciepłego powietrza, nie rozpalając w komórce ogrzewalnej powietrza mocniej jak do + 50°C?

Tutaj mamy: $t_1 = +50$, $t = -15$, a ponieważ (§ 42) metr sześcienny powietrza mającego temperaturę — 15°, waży 1·37 kilogramów, więc mamy $z = 1 \cdot 37$, zapomocą tych wartości, wydaje wzór numer 25:

$$k = 16$$

co znaczy, że chcąc pod takiemi warunkami wóz ogrzewać, urządzić trzeba piecyk służący do ogrzewania tak, aby spalał w godzinie co najmniej $16 \times 300 = 4800$ gramów, czyli 4·8 kilogramów węgla kamiennego.

Zadowalamy się dostawą 200^m sześciennych powietrza, to piecyk spalać musi na godzinę co najmniej $16 \times 200 = 3200$ gramów, czyli 3·2 kilogramów węgla kamiennego.

Piecyki nie spalające w godzinie tej ilości węgla, warunkom ogrzewania odpowiadać nie mogą.

Do jakiego zaś stopnia powietrze zawarte we wozie, się ogrzeje, zależeć będzie od tego, ile ciepła stracimy podczas przechodu ciepłego powietrza z komórki, do wnętrza wozu. Zazwyczaj wynosi strata 40—50% tak więc, że temperarura wynosząca w komórce ogrzewalnej 50°C, spadnie w klatce wozowej, tam gdzie podróżni siedzą, do $0 \cdot 5 \times 50 = 25$°C.

Rozumie się samo przez się, że ilość węgla kamiennego, wyrażona wzorem numer 25 wystarcza do ogrzewania w takim tylko razie, gdy paliwo spala się w piecyku *zupełnie.*

Nie odznacza się zaś piecyk odpowiednim przewiewem t. j. nie dochodzi do paliwa tyle powietrza, ile do zupełnego utlenienia potrzeba, to w takim razie, węgiel zawarty w paliwie, nie spala się już na bezwodnik kwasu węglowego (CO_2), lecz tylko na tlenek węgla czyli czad (CO), w którym to przypadku, kilogram czystego węgla nie wyda 8080, lecz tylko 2380 kaloryi, tak więc, że uzyskamy już tylko $\frac{2380}{8080} 100 = 29\%$ dawniejszego ciepła.

Również jak *brak*, jest szkodliwym *nadmiar* powietrza dostającego się do piecyka, gdyż w takim razie zużywa się dużo ciepła na ogrzewanie gazów, które kominem bezużytecznie uchodzą.

Chcąc spalić kilogram chemicznie czystego węgla *zupełnie*, potrzeba na to $\frac{32}{12} = {}^8/_3$ kilogramów *tlenu*, gdyż CO_2 składa się z 12 części węgla i $2 \times 16 = 32$ części tlenu. Węgiel nie spalamy jednak w tlenie, lecz w powietrzu, a ponieważ powietrze zawiera w sobie tylko ${}^1/_5$ tlenu (23%), więc chcąc spalić kilogram tlenu, zużyć trzeba 5 kilogramów powietrza. Do spalenia kilograma węgla, potrzeba przeto $5 \times \frac{8}{3} = 13$ kilogr. powietrza. (Ponieważ metr sześcienny powietrza waży ${}^4/_3$ kilogramów, więc wymaga kilogram węgla $\frac{5 . {}^8/_3}{{}^4/_3} = 10$ metrów sześciennych powietrza).

Ponieważ w powietrzu znajduje się ${}^4/_5$ *azotu* (N), który do wzniecania procesu palenia wcale się nie przyczynia, owszem sam ogrzewanym być musi, więc spalając kilogram chemicznie czystego węgla, ogrzewamy przytem ${}^1/_5 \times 13 = 10$ kilogramów azotu, a ponieważ kilogram azotu wymaga do ogrzania się o 1^0C, 1·1 kaloryi, więc wydajemy na ogrzewanie azotu uchodzącego przy spaleniu kilograma węgla $10 \times 1{\cdot}1 = 11$ kaloryi.

Dostaje się do piecyka podwójna ilość powietrza, a więc 26 kilogramów powietrza, to uchodzi na każdy kilogram spalonego węgla $2 \times 11 = 22$ kaloryi. Skutkiem

tych strat spada temperatura płomienia, wynosząca przy odpowiednim dopływie powietrza 2270°C, przy

podwójnym dopływie do . . . 1213°C
potrójnym „ „ . . . . 821°C

W zwykłych piecach regulować można dopływ powietrza dosyć dobrze, przy *biegnącym* zaś pociągu, regulacya podobna staje się prawie niemożliwą, a okoliczność ta stanowi właśnie ujemną stronę ogrzewania ciepłem powietrzem.

Co się zaś tyczy przyrządów, służących do ogrzewania ciepłem powietrzem, to znachodzimy ich wiele.

U nas w Austryi, znanym jest przyrząd inżynierów *Thamm* i *Rothmuiller* zbudowany w r. 1871, kóry znalazł początkowo zastosowanie na kilku austryackich kolejach (Północnej, Lwowsko-Czerniowieckiej, Karola-Ludwika, Południowej, Zachodnej i kilka jeszcze innych).

Inżynierowie ci (z których tylko Thamm jeszcze żyje) osadzają pod podłogą wozu między obydwiema jego osiami, skrzynkę mającą kształt cylindra, a położoną poziomo na poprzek wozu, a więc równolegle do osi. Skrzynka ta, mając długość równą szerokości wozu, przedstawia komórkę ogrzewalną. Piec, ogrzewać mający powietrze zawarte w tejże komórce, nie znajduje się pod komórką, lecz wsuwać się daje, ile razy potrzeba, do wnętrza tejże komórki.

Piecyk taki ma wielkie podobieństwo do drucianej klatki, która posiada kształt wałka, powstaje on bowiem ze sztabek żelaznych rozstawionych odsiebie na obwodzie koła o własną grubość. Piecyk taki, zwany *koszem*, napełnia się przed wsunięciem go do komórki, drobnemi kawałkami koksu tak, aby koks przez szczeble wypadywać nie mógł.

Chcąc w koszu żar wzniecić, ustawia się go na ziemi pionowo, napełniając go koksem, na koks sypie się cienką warstwę węgla drzewnego, który się zapala. Wolny przewiew powietrza, na który kosz wystawiono, sprawi po upływie dwóch godzin, że żar rozdmuchanych węgli, rozszerzy się na całą warstwę koksu, w której to chwili kosz sposobnym jest do ogrzewania i funkcyonować poczyna, skoro się go do komórki wsunie.

Próżny kosz waży 15 kilogramów, mieszcząc w sobie 15 kilogramów koksu, kosz taki ma 80^{cm} długości i 28^{cm} średnicy, powierzchnia jego powstaje z 40 żelaznych sztabek mających 10^{mm} szerokości, rozstawionych od siebie o 10^{mm} i czterech, niejako skelet kosza tworzących sztabek grubszych, bo mających po 15^{mm} szerokości, któreto sztaby ustawione są w obwodzie przekroju o 90° od siebie.

Galicyjska kolej Karola Ludwika, ogrzewając swe wozy sypialne i salonowe piecykami tego systemu, przekonała się, że podczas jazdy z Krakowa do Podwołoszysk, wymieniać trzeba kosze przynajmniej dwa razy, co się dzieje w Rzeszowie i we Lwowie. Ponieważ jazda trwa 13 godzin, więc raz napełniony kosz, służy przez $\frac{13}{2} = 6^1/_2$ godzin, toż samo doświadczenie zrobiono także na kolei Lwowsko-Czerniowieckiej, gdzie piecyk 6 – 7 godzin w służbie pozostaje.

Przykład I.

Kosz systemu Thamm i Rothmuiller spala na godzinę 2 kilogramy koksu, wydającego po 6500 kaloryi, zachodzi pytanie, czy i o ile piecyk taki, do ogrzewania wozu wystarcza?

Ponieważ podług wzoru numer 25, w piecyku spalać trzeba co najmniej 16 gramów węgla na meter sześcienny powietrza, dostarczać się mającego na godzinę do wnętrza wozu, piecyk zaś spala $2 \times 1000 = 2000$ gramów, więc dozwala na dostawę powietrza, wynoszącą $\frac{2000}{16} = 125$ metrów sześciennych na godzinę. Ponieważ wóz ma 50^m sześciennych objętości, więc piecyk zezwala na przewietrzanie wozu $\frac{125}{50} = 2^1/_2$ razy. Zważając, że wóz przewietrzać trzeba co najmniej 4 razy, widzimy, że piecyk taki, żadną miarą odpowiadać nie będzie.

Chcąc obliczyć o ile piecyk taki, do ogrzewania wozu wystarcza, oznaczyć trzeba przed wszystkiem potrzebę ciepła na godzinę. Wyraża **w** utratę z ciepła z powodu wentylacyi, **b** zaś, utratę z powodu przenikliwości ścian, to wyniesie (§. 43) całkowita utrata ciepła

$$(w + b)$$

kaloryi na godzinę.

Każda z osób siedzących we wozie, konsumuje na godzinę 20^m sześciennych powietrza, siedzi we wozie 10 osób, to konsumować będą 200^m. Ogrzewany wóz podczas mrozu 10^0 C., to metr sześcienny powietrza waży (§. 42), 1.35 kilogramów, a ponieważ do ogrzania powietrza o 1^0 C. wyżej, potrzeba 0·237 kaloryi, więc wyjdzie na ogrzanie metra sześciennego powietrza $0.237 \times 1{\cdot}35 = 0{\cdot}32$ kaloryi, mamy we wozie utrzymać temperaturę 10^0C., to znaczy, że mamy podnieść temperaturę metra sześciennego powietrza o $[+ 10 - (- 10)] = + 20^0$ C. Metr sześcienny powietrza, konsumować przeto będzie $20 \times 0{\cdot}32 = 6{\cdot}4$ kaloryi, a ponieważ ogrzewać mamy co godzinę 200^m sześciennych, więc

dostarczać trzeba na godzinę $200 \times 6{\cdot}4 = 1280$ kaloryi. Z powodu wentylacyi, dostarczać więc trzeba co godzinę:

$$w = 1280$$

kaloryi. Ile zaś ciepła dostarczać trzeba z powodu przenikania przez ściany i okna, oblicza sie jak następuje:

Wynosi powierzchnia ścian wozu 48 $\square^m$, powierzchnia zaś okien $1{\cdot}6$ $\square^m$, to uchodzi w takim razie co godzinę:

$$b = 2{\cdot}4\ (48 + 2 \times 1{\cdot}5)\ 20 = 2448$$

kaloryi. Całkowita dostawa ciepła wyniesie przeto

$$1280 + 2448 = 3728$$

kaloryi na godzinę.

Ponieważ każda z osób siedzących we wozie wydaje na godzinę 100 kaloryi (§. 44), więc wydają wszystkie razem $10 \times 100 = 1000$ kaloryi, odciągając to ciepło, pozostaje $3728 - 1000 = 2728$ kaloryi, które do wnętrza wozu, na godzinę dostarczać trzeba.

Ponieważ piecyk spala na godzinę 2 kilogramy koksu więc wydaje $2 \times 6500 = 13000$ kaloryi, gdyby piecyk znajdował się w *środku* wozu przyjąćby można, że tylko 20% ciepła uchodzi bezużytecznie kominem, tak więc, że $0{\cdot}8 \times 13000 = 10400$ kaloryi wyzyskaćby się dało na cele ogrzewania.

Ponieważ jednak kosz umieszczono nie we wozie, lecz pod jego podłogą, więc też takiej ilości ciepła użytkować nie będzie można, jak to się przekonujemy, zważając że piecyk spalać by musiał $16 \times 200 = 3200$ gramów węgla (wzór **25**) podczas gdy on rzeczywiście tylko 2000 gramów spala. Dla dostatecznego ogrzania potrzebaby przeto co najmniej $\frac{3200}{2000} = 1{\cdot}6$ takich piecyków.

Przyglądając się bliżej konstrukcyi systemu Thamm i Rothmuiller przychodzimy do przekonania, że powietrze zawarte w komórce, zanadto krótko pozostaje w zetknięciu się z koszem, przez co dostatecznie ogrzewać się nie może. Ponieważ system nie posiada przyrządu do regulowania przewiewu, więc też i *proces palenia* doskonałym nie będzie.

Przykład 2.

Piecyki systemu Thamm i Rothmüller używane na kolei Lwowsko-Czerniowieckiej, spalają włącznie z paliwem wydanem na podpałkę, co go-

dzinę 2 kilogramy koksu i 1 kilogram węgla drzewnego, zachodzi pytanie czy, i o ile piecyki takie, warunkom ogrzewania odpowiadają?

Przyjmując że kilogram węgla drzewnego wydaje 7000, kilogram zaś koksu, 6500 kaloryi, otrzymujemy z dwóch kilogramów koksu, i jednego kilograma węgla drzewnego, a więc z trzech kilogramów paliwa, spalonego w ciągu godziny:

$$2 \times 6500 + 1 \times 7000 = 20000$$

kaloryi.

Uwzględniając doświadczenia Warszawsko-Wiedeńskiej kolei wykazujące, że przeciw powietrza w tych piecykach nie jest dostatecznym, przyjmujemy że połowa paliwa utlenia się zupełnie, druga zaś połowa, nie zupełnie, tak więc, że z drugiej połowy paliwa, uzyskamy tylko 29% tego ciepła co z pierwszej. Produkcya ciepła przedstawi się nam w takim razie jak następuje:

1 kilogram koksu spalony na CO_2 daje		6500
1 „ „ „ „ CO „	$0{\cdot}29 \times 6500 =$	1885
½ kil. węgla drzewnego spalonego na CO_2 wydaje	$\frac{1}{2}.7000 =$	3500
½ „ „ „ „ „ CO, „	$0{\cdot}29 \times 3500 =$	948
	otrzymujemy przeto	12833

zamiast 20000 kaloryi na godzinę; a więc: 64% pierwotnej produkcyi.

Na kolejach Warszawsko-Wiedeńskiej i Warszawsko-Bydgoskiej przeprowadzono w roku 1878, doświadczenia, które podług zprawozdania pana *Schramm* wykazały, że piecyki systemu Thamm i Rothmuiller nie odpowiadają tak dobrze, jakby to sobie życzyć można. Jako największą wadą tego sposobu ogrzewania, wykazał się być nadto słaby i nader zmienny ciąg powietrza, który podczas przestanku w stacyi, prawie zupełnie ustawał.

Wykazano już, że chcąc we wozie utrzymywać powietrze zdrowe, zmieniać go trzeba 8 razy na godzinę (§. 47), zadowalamy się, zmianą powietrza uskutecznioną na godzinę tylko 4 razy, to trzeba, ze względu na to, że wóz osobowy ma $50^{m.}$ sześciennych objętości, dostarczać do jego wnętrza na godzinę co najmniej $4 \times 50 = 200^{m.}$ sześciennych powietrza. Ponieważ jednak piecyk wspomnianego systemu dostarcza w najlepszym razie na godzinę $130^{m.}$ sześciennych powietrza, jak to się każdej chwili przekonać można, ustawiając anemometr, więc widzimy, o ile system ten, odpowiada warunkom ogrzewania. Wynika ztąd, że chcąc wóz

ogrzać dostatecznie, umieścićby trzeba pod jego podłogą dwa piecyki, co znów, pominąwszy już koszta takiego urządzenia, z powodu składowych części hamulców, znajdujących się również pod spodem wozu, częstokroć na znaczne trudności natrafia.

Zauważać także należy, że osadzając na wozie w miejsce jednego, dwa piecyki, zwiększa się bardzo znacznie martwy ciężar wozu, (o 400 kilogramów), który to ciężar podczas zimy, bezużytecznie przewozić trzeba. Te to okoliczności, prawdopodobnie sprawiły, że system ogrzewania wozów piecykami Tham i Rothmuiler, rozpowszechniać się przestaje.

W nowszym czasie starano się wady tego systemu usunąć. Inżynier *Eichwede* ustawia np. przed piecykiem gatunek wentylatora, któryby *bąkiem* nazwać można, a który to przyrząd, ma na celu zwiększanie powietrza.

Dalszą wadą systemu *Thamm* i *Rothmuiller* zdaje się być także i ta okoliczność, że z komórki ogrzewalnej rozchodzi się *kilka* kanałów. Urządzenie podobne nie może bowiem odpowiadać dobrze, gdyż ciepłe powietrze, obrawszy raz *pewien* prąd, kierunku swego więcej nie zmienia. Skutkiem tego wchodzić będzie do wnętrza wozu zawsze *obranem sobie* kanałem, ogrzewać więc będzie przedziałkę wozu, stojącą w połączeniu z *tymże* kanałem, reszta przedziałek wozu, nie otrzymując ciepłego powietrza, pozostanie przeto bez ogrzania. Zmieni się z jakiejbądź przyczyny *kierunek* prądu, to ciepłe powietrze ogrzewać pocznie przedziałkę, odpowiadającą temu kanałowi, którem do niej dopływa, reszta podziałek wozu, pozostanie zimną.

Wynika ztąd, że wypadałoby komórkę ogrzewalną podzielić na tyle *odrębnych* klatek, ile przedziałek we wozie się znajduje, i z każdej klatki prowadzić *jeden tylko* kanał do odpowiedniej przedziałki.

Ze względu na to, że komórkę ogrzewalną wyrobiono z drzewa, które z natury rzeczy pod warunkami, pod jakiemi się znajduje, pryskać musi, dziwić nas nie będzie, że w takim razie, we wozie odpowiedniego ciepła wcale uzyskać nie można, chociażby nawet osadzono pod wozem po dwa piecyki, jak to uczyniła kolej Warszawsko-Wiedeńska.

Ujemnem stronom ogrzewania wozów przyrządami systemu *Thamm* i *Rothmuiller*, zapobiedz ma system inżynierów *Maey* i *Pape*, patentowany w roku 1878, a zaprowadzony na kolejach szwajcarskich i rumuńskich.

Komórka ogrzewalna tego systemu przytrzymuje większą ilość powietrza w pobliżu rozpalonej rury, wychodzącej

z piecyka, co sprawia, że powietrze ogrzać można do 106°C, i wprowadzać na godzinę do wnętrza wozu, nawet przy zamkniętych regulatorach, 200 — 250^m sześciennych powietrza, mającego naturalny stopień, do zdrowia niezbędnej wilgoci.

Przewiew powietrza urządzono zaś tak, że chyżość z piecyka na zewnątrz uchodzących gazów wynosi 0·8^m na sekundę a temperatura ich, nie przewyższa 86°C. Chyżość zaś powietrza ogrzanego, dostającego się do wnętrza wozu, zaledwie dochodzi do 1·2^m na sekundę.

Systemowi ogrzewania wozów ciepłem powietrzem pozostaje zawsze jeszcze zarzut, że wymaga starannej obsługi, na której przy pociągach często zbywa, że regulacya ciepła w przedziałkach wozu jest utrudnioną, a częstokroć nawet niemożliwą, że odszukanie i usunięcie wad bez wstawienia wozu do warsztatu, uskutecznić się nie daje, że służba pociągowa nie ma oznak, po którychby się przekonywać mogła, czy i jak dalece przyrząd funkcyonuje, a nakoniec, że system ten, możebności pożaru nie uchyla.

Zaznaczyć wypada, że pomimo wyliczonych wad ogrzewania wozów ciepłem powietrzem, ogrzewano z końcem roku 1818, na kolejach związkowych 20535 siedzeń tymże sposobem.

50.

Ekonomia ogrzewania.

Chcąc się dowiedzieć, jaką część w paliwie zawartego ciepła wyzyskujemy na cele ogrzewania wozów, przyjąć przedewszystkiem trzeba pewną wartość opałową paliwa, użytego do ogrzewania, za podstawę obliczenia. Uczyniwszy to, mierzać trzeba ciepło uchodzące uboczną drogą, ciepło więc, które na cele ogrzewania wozu wyzyskanem nie zostało. Różnica między ciepłem zawartem w paliwie, a ciepłem uchodzącem bezużytecznie, da nam *ciepło wyzyskane*, t. j. ciepło użyte do ogrzewania.

Ilość zaś ciepła *wyzyskanego*, wyrażona w procentach ciepła *dostawionego*, (ciepła zawartego w paliwie) przedstawi nam *kaloryczną wartość* przyrządu użytego do ogrzewania.

Ponieważ nie posiadamy praktyką dostatecznie stwierdzonych dat, odnoszących się do ogrzewania wozów *krążącą wodą*, więc ogrzewanie to, z rachunku naszego opuścimy.

Ekonomia w ogrzewaniu *piecykami* przedstawia się jak następuje:

Temperatura spalonych gazów uchodzących z piecyka na zewoątrz wozu, wynosi zwykle 260°C, a uchodzi ich na kilogram w piecyku spalonego węgla, 15 metrów sześciennych. Pod supozycyą, że do podniesienia temperatury metra sześciennego takich gazów o jeden stopień termometru Celziusza, potrzeba $^1/_3$ kaloryi, uchodzi kominem, spalając kilogram węgla, $15 \times 260 \times {}^1/_3 = 1300$ kaloryi, a ponieważ węgiel, spalając się, wydaje 6500 kaloryi, więc wyzyskano na cele ogrzewania $6500 - 1300 = 5200$ kaloryi, która to ilość wynosi:

$$\frac{5200}{6500} 100 = 80\%$$

w paliwie zawartego ciepła.

Co się tyczy ogrzewania *blaszankami*, wykazano już w § 46, że używając je do ogrzewania wozów, wyzyskujemy 75% w nich zawartego ciepła.

Dobroć ogrzewania *parą*, obliczamy w następujący sposób:

Do uzyskania kilograma pary prężącej siłą $8^1/_2$ atmosfer, potrzeba podczas ciepłoty powietrza 14°C, ze względu na to, że para takiej prężności posiada 171·98°C (§ 11 dział lokomotywa) podług wzoru numer 9, podanego w § 10 działu lokomotywy:

$$606{\cdot}5 + 0{\cdot}305 \times 171{\cdot}98 - 14 = 645$$

kaloryi.

Przyjmując, że kilogramem węgla kamiennego przeobrazić można 6 kilogramów wody w tak wysoko prężną parę, konsumuje para uzyskana kilogramem węgla $645 \times 6 = 3870$ kaloryi, które ciepło odda, gdy się skropli. Nie wszystko to jednak ciepło wyzyskać można na ogrzewanie wozu, albowiem para, przechodząc przez rury przewodowe, oziębiając się po drodze, przybywa do wnętrza wozu mniej ciepłą jak wyszła z kotła. Doświadczenie uczy, że stratę ciepła szacować wypada na 12% ciepła zawartego w parze, tak więc, że strata wyniesie $0{\cdot}12 \times 3870 = 464$ kaloryi, na kilogram spalonego węgla.

Oprócz tej, ponosimy jeszcze także i stratę ciepła pochodzącą ztąd, że woda powstała skraplanianiem się pary, nie wraca napowrót do kotła, lecz z ciepłem, które w sobie zawiera, na zewnątrz wozu odpływa. Ponieważ temperatura

wyciekającej wody, wynosi 50°C, a wody wycieka 6 kilogramów, więc tracimy na kilogram paliwa 50 × 6 = 300 kaloryi, całkowita strata ciepła wynosi przeto 464 + 300 = 764 kaloryi, tak więc, że na cele ogrzewania wozu, pozostaje tylko 3870 — 764 = 3106 kaloryi, czyli

$$\frac{3106}{6500} 100 = 48\%$$

w paliwie zawartego ciepła.

Co się tyczy wyzysku ciepła, ogrzewając wozy *ciepłem powietrzem,* przytacza *Maey,* że spalając kilogram węgla kamiennego miernej dobroci, dostarczyć można do wnętrza wozu 120^m sześciennych powietrza ogrzanego do 106°C. Ponieważ do podniesienia temperatury metra sześciennego powietrza o 1°C, potrzeba $^1/_3$ kaloryi, wyjdzie do ogrzania go, do ciepłoty 106°C, 106 × $^1/_3$ = 35 kaloryi. Spalając kilogram węgla kamiennego dostawiamy więc do wnętrza wozu 35 × 120 = 4200 kaloryi, wyzyskujemy więc na cele ogrzewania:

$$\frac{4200}{6500} 100 = 64\%$$

w paliwie zawartego ciepła.

Zestawiając nasze obliczenia, przychodzimy do wniosku, że kaloryczna wartość przyrządu do ogrzewania wozów:

parą	wynosi	48%
ciepłem powietrzem .	„	64%
blaszankami . . .	„	75%
piecykami	„	80%

Z tego jednak nie wynika, jakoby ogrzewanie *piecykami* miało być najlepsze, ogrzewanie zaś *parą* najgorsze. Praktyczną wartość ogrzewania wozów jednym lub drugim sposobem, ocenić można należycie, dopiero gdy się zestawi koszta *adaptacyi* wozu dla każdego z owych przyrządów, koszta *utrzymania* przyrządu, a nakoniec koszta *ogrzewania* jednego wozu wypadające na kilometr drogi.

Następującą tabelkę, zestawiono na podstawie sprawozdania pana *Elsnera,* inspektora galicyjskiej kolei Karola Ludwika, który kwestyę ogrzewania wozów, studyował w roku 1881 na kolejach Królestwa Polskiego. Daty zaś odnoszące się do blaszanek, zestawiono na podstawie doświadczeń galicyjskiej kolei arcyksięcia Albrechta.

System ogrzewania	Koszta			% w paliwie wyzyskanego ciepła
	Adaptacyi jednego wozu złr.	utrzymania przyrządów znajdujących się w w jednym wozie. na rok, złr.	ogrzewania jednego wozu wypadające na kilometr drogi, centów	
piecykami	150	9	0·26	80
parą	415	23	0·30	48
blaszankami	240	10	0·44	75
ciepłem powietrzem	400	18	1·00	64
brykietami	525	12	1·40	75

Na kolejach ożywionych ruchem, przebiegają wozy osobowe podczas jednej zimy częstokroć po 10.000 kilometrów dziennie, tak np. wynosi iloczyn wozów i kilometrów w ciągu zimy na kolei:

Warszawsko-Wiedeńskiej . . . . . 4·2
Galicyjskiej Karola Ludwika. . . . . 3·5
Lwowsko-Czerniowieckiej . . . . . 1·5
Arcyksięcia Albrechta . . . . . 0·5

milionów.

Gdyby wszystkie wozy osobowe które biegały, przysposobione były do ogrzewania parą, kosztowawałoby więc ogrzewanie pociągów na kolei:

Warszawskiej . . . . 4200000 × 0·3 = 12600
Karola Ludwika. . . . 3500000 × 0·3 = 10500
Arcyks. Albrechta . . . 500000 × 0·3 = 1500

guldenów. i t. p.

Z tego zestawienia wypada, że ogrzewanie wozów piecykami, nie tylko że wyzyskiwać dozwala najlepiej ciepło zawarte w paliwie, ale nadto pociąga za sobą najmniejsze koszta utrzymania i założenia, pomimo to, zaliczyć trzeba ten system ogrzewania, do rzędu tych przyrządów które najmniej się nadają do ogrzewania wozów *klatkowych*.

Wozy *salonowe*, a prawdopodobnie i tak zwane *interkomunikacyjne*, ogrzewać się dają dobrze, gdyż wóz taki, przedstawia niejako pokój, w którym dosyć dobrze utrzymać można jednostajną temperaturę, wstawiając piec w jego wnętrze.

Podobnie jak w drugim pokoju nie mającym pieca, temperatura będzie niższą, pomimo że drzwi do niego są otwarte, tak, że obadwa pokoje ze sobą komunikują — tak też w podziałkach jednego wozu, będzie temperatura nie jednakową, zależnie od tego, przez którą podziałką ciepłe powietrze *pierwej* przechodzi.

Przechodząc w myśli opisane systemy ogrzewania znajdujemy 12 wad, które ogrzewanie wozów posiada. Nie na każdy jednak system ogrzewania przypadają wszystkie przywary. Następująca tabliczka uwidocznia wady każdego z opisanych przyrządów.

niedogodność ogrzewania	system ogrzewania				
	piecykami	brykietami	blaszankami	parą	ciepłem powietrzem
	posiada wady				
trudność ogrzewania pociągów długich				1	
trudność regulacyi ciepła w przedziałach wozu	1	1		1	
niemożność uzyskania ciepła, zaraz po zestawieniu pociągu		1	1	1	
częste reparacye				1	
kosztowność ogrzewania		1	1		
mało ciepła w czasie mrozów		1	1		1
wydzielanie nieprzyjemnej woni	1	1			
niepewność czy przyrząd funkcyonuje					1
komplikacya urządzenia					1
przyrząd zabiera we wozie dużo miejsca	1				
konieczność starannej obsługi	1	1	1		1
niebezpieczeństwo pożaru	1				1

Przeglądając tę tabelkę, przychodzimy do wniosku, że żaden z dotąd używanych sposobów ogrzewania wozów, nie odpowiada wszystkim warunkom, że więc kwestya ogrzewania wozów osobowych, jest daleką jeszcze od rozwiązania.

Nadmienić należy że Amerykanie poczynają w nowszem czasie ogrzewać wozy *towarowe*, a to wtedy, skoro chodzi o przewóz roślin, które mrozu nie znoszą, jak np. kartofli i t. p. Na ten cel ustawia się pod podłogą wozu, zbiornik zawierający 160 litrów oliwy, zasilający 4 paleniska, które ogrzewają żelazną podłogę wozu tak, aby temperatura wnętrza, pomimo mrozu nigdy nie spadała niżej zera.

Że sposób podobny ogrzewania wozów towarowych, naraża pociąg na niebezpieczeństwo pożaru, rozumie się samo przez się, zkąd wynika, że praktyka amerykańska, u nas w Europie, żadną miarą przyjąć by się nie mogła.

JAZDA.

JAZDA.

1.

Szybkość jazdy w ogólności.

Catsch-me who-can (chwytaj kto może) nazwał *Trevithik*, twórca lokomotywy, pierwszą maszynę, która biegła po żelaznym torze, gdyż chyżość jazdy, uważał jako znamię, cechujące ruch lokomotywy, pomimo że maszyna jego (zbudowana w roku 1803) potrzebowała do przebycia kilometra drogi kwandrans czasu, że więc nie biegła spieszniej, jak idzie człowiek szybkim krokiem.

Że na kolejach, zwolna tylko, jazdę przyspieszano, że w początkach szybko jechać się nie odważano, świadczą nam wyścigi, urządzane między karetą na szosie, a lokomotywą na torze. Dnia 27 czerwca 1825 r., a więc w chwili otwarcia pierwszej kolei żelaznej, oddanej do użytku publicznego, wyruszyła ze stacyi *Darlington*, równocześnie z pierwszym pociągiem kareta, ciągniona parą rączych koni i przybyła do 41 kilometrów odległej stacyi *Stocton*, równocześnie prawie z pociągiem. W chwili bowiem, w której *Aktywa*, lokomotywa prowadząca ów pociąg, do stacyi wjeżdżała, biegła za nią kareta w odległości 200^m.

Pomimo że wówczas nie umiano jeszcze nadać lokomotywie ruchu żywszego, twierdził przecież *Stefenson*, że lokomotywa biedz może bez porównania spieszniej, skoro

tylko należycie zbudowaną zostanie. Zdania tego wówczas jednak nie dzielono, wszakże jeszcze *Wood*, najsłynniejszy z ówczesnych inżynierów, pisał jak następuje:

„Daleki jestem utwierdzać świat w mniemaniu, jakoby „się kiedyś spełnić miały oczekiwania, a raczej obietnice roz„entuzyazmowanych spekulantów, że lokomotywa przebywać „będzie mogła przestrzenie 20, 25, 30 lub 32 kilometrów na „godzinę, nicby bowiem nie zdołało więcej przyczynić się „do wstrzymania ogólnego postępu, jak rozszerzanie nonsensu „podobnego.“ — Nonsensem nazwano więc twierdzenia *Stefensona*, który utrzymywał, że zbudować zdoła lokomotywę, która biedz będzie mogła 32 kilometrów na godzinę, pomimo że Stefenson, budując lokomotywy, pokazał światu jak wielkim jest geniuszem.

Chcąc inżynierów przekonać, że twierdzenie podobne jest tylko zboczeniem bujnej fantazyi genialnego Stefensona, wysłano z łona założycieli budującej się kolei *Liverpool-Manchester*, na której ruch prowadzonym miał być siłą koni, osobną komisyę, która zbadać miała lokomotywy Stefensona, pracujące w kopalniach *Killingworth*, czy, i o ile nadać się one mogą do prowadzenia pociągów.

Komisya, zbadawszy rzecz na miejscu, referując przez usta inżyniera *Sylwester*, wyrzekła, że uważa chyżość 16 kilometrów na godzinę, jako możebnie najdalszą granicę chyżości, którą uzyskać można, posługując się lokomotywą, zaznaczając, że chyżość taka, do przewozu się nie nadaje, gdyż wstrzymanie biegu, natrafia na trudności. Orzeczenie to, wkorzeniło się tak mocno w umysły ówczesnych inżynierów, że tych, co inaczej twierdzić się ośmielali, uważano za ludzi nie będących przy zdrowych zmysłach.

Ciekawą w tej mierze jest rozprawa, która się toczyła w angielskim parlamencie w roku 1824, gdy uchwalać miano jakość siły przewozowej dla kolei Liverpool-Manchester, której budowa, wykończeniu właśnie się zbliżała.

Pozostając pod wpływem Stefensona, który ową kolej budował, a którego lokomotywy, oddawna już w kopalniach regularną służbę pełniły, obstawał zarząd tejże kolei, za zaprowadzeniem *lokomotywy*, a *Stefenson*, powołany ze strony parlamentu, bronić miał wniosek dyrekcyi.

Podczas rozprawy zapytano Stefensona: Przypuściwszy, że jedna z Pańskich maszyn biedz będzie rzeczywiście, chociaż już nie chyżością 32 kilometrów, jak to Pan twierdzisz, ale chyżością 16 kilometrów na godzinę, a podczas biegu natrafi na krowę, nie będzie to sytuacyą fatalną? fatalną! — odrzekł Stefenson — ale dla krowy.

Głębokiemu przeświadczeniu, niemniej stanowczemu wystąpieniu Stefensona, jakoteż świetnej argumentacyi p. *Both*, ówczesnego sekretarza, a późniejszego dyrektora kolei *Liverpool-Manchester*, zawdzięczać należy, że pomimo rezolucyi komisyi, i zdania większości, przecież *lokomotywę* jako siłę przewozową przyjęto.

Dzień 14 czerwca 1830 r. przeznaczono na popis owych siedmiu lokomotyw, które Stefenson dla owej kolei zbudował, lokomotywy zaś popisywały się w ten sposób, że na dniu tym, wyruszyło z *Manchester* siedm świątecznie przystrojonych pociągów jeden za drugim, wioząc wyżej 600, również świątecznie ustrojonych i przysposobionych gości, pomiędzy któremi znajdował się także książę *Wellington* i poseł z Liverpoolu do izby panów, senator *Huskisson*.

Tory, które ów orszak miał przejeżdżać, oblegały tłumy ludu, oczekującego niecierpliwie hasła, które szereg pociągów w ruch wprowadzić miało. Gdy się zjawiła *Raketa*, owa lokomotywa, która na wyścigach w Rainhill nagrodę uzyskała (dział lokomotywa), a za nią posunęło 6 pociągów, przywitała burza oklasków i wrzawa okrzyków, ów jedyny w swoim rodzaju pochód.

Stefenson, chcąc sprawić dostojnym gościom widok ile możności jak najwspanialszy, wyprowadził wóz, w którym oni siedzieli nieco spieszniej na stacye *Parkside*, gdzie wszystkie lokomotywy zasilać się miały wodą; zkąd więc defiladzie pociągów najlepiej przyglądać się było można. *Huskisson*, chcąc z bliska oglądać owe cuda, wstąpił na tor w chwili, w której Raketa z pociągiem przyleciała — nieszczęśliwy, ciekawość swą życiem przepłacił, Raketa zgruchotała mu bowiem nogę tak, że jeszcze tego samego wieczora, wyzionął ducha.

Kalekę złożono zaraz po wypadku na *Northumberiana*, tak bowiem nazywała się owa lokomotywa, która prowadziła wóz, w którym Huskisson siedział, a *Stefenson*, prowadząc tę maszynę, pędził nią tak szybko, że do przebycia 24-kilometrowej przestrzeni, potrzebował tylko 25 minut czasu. Była to chyżość 57 kilometrów na godzinę.

Przy tej to sposobności, okazała lokomotywa zdumionemu światu, co para zdziałać może, chyżość przewyższała najbujniejsze fantazye, a gdyby nie była faktem, nigdyby w nią nie wierzono. Od chwili tego pierwszego wypadku na kolejach żelaznych, przytaczano zawsze ową demoniczną jazdę, skoro o potędze pary mówiono.

Sprawdziły się tedy słowa *Stevensa*, słynnego autora w dziedzinie ekonomii społecznej, wypowiedziane w Ame-

ryce, zanim jeszcze koleje żelazne oddano, do użytku publicznego, bo pisane w roku 1812. „Chyżość 100 mil angiel-„skich (160 kilometrów) na godzinę," pisze on, „uważam „jednak za *możliwą tylko*, praktyka obniży ją zapewne do „48, a może i do 32 kilometrów, wcaleby mię jednak nie „dziwiło oglądać maszynę parową, któraby w godzinie prze-„biegała przestrzeń 60—80 kilometrów."

Nie oglądał jednak maszyny takiej, w chwili bowiem, gdy lokomotywa *Stefensona*, 18 lat później przepowiednie jego spełniała, *Stevens*, licząc lat 81, do śmierci się przygotowywał.

A gdy później ujrzano lokomotywy, które biegły ową chyżością, o której *Stevens* marzył, a więc chyżością 60—80 kilometrów na godzinę, a nawet i spieszniej jeszcze, twierdzono, wpadając w drugą ostateczność, że rozwój dróg żelaznych, zależy li tylko od stopniowania chyżości biegu. Ztąd też pochodzi, że do niedawna jeszcze, dążności inżynierów skierowane były do uzyskania chyżości możebnie jak największej, jakoteż, że chyżość jazdy uważano jako kryterium dobroci lokomotyw.

Tym to zapatrywaniom przypisać należy, że obecnie przebywa pociąg 120-kilometrową przestrzeń między *Dover* a *Londynem* w 100 minutach, że pospieszne pociągi kolei *Great Western* biegną chyżością 77 kilometrów na godzinę, jakoteż że na amerykańskiej kolei, zwanej *Pensylwania*, pospieszny pociąg pędzi od roku 1880, chyżością 100 kilometrów na godzinę.

Chcąc się przekonać jak możebne najspieszniej maszyna biedz może, nie narażając jazdę na szwank, urządzono w roku 1876 na amerykańskiej kolei *Jeresey* szereg prób, które wykazały że pomimo chyżości dochodzącej na otwartej linii do 160 kilometrów na godzinę, jazda wcale niebezpieczną być się nie wydawała.

Wyjeżdżając ze *Lwowa*, a jadąc tak szybko, przybyć można do *Krakowa*, za półtrzeciej godziny, do *Wiednia* w $5^1/_2$, do *Paryża* w 12 godzinach, a podróż w około ziemi, wymagałaby tylko 11 dni czasu.

Jak daleko chyżość jazdy dojść może, świadczy nam straszliwy wypadek, który się wydarzył na dniu 30 listopada 1876 r. na kolei systemu *Wetli*, zbudowanej w Szwajcaryi, a dzisiaj już skasowanej. Podczas próbnej jazdy w kierunku spadku, mającym 50‰ stromości, psuje się przyrząd, wytwarzający sztucznie tarcie między kołem popędowym a szyną, a więc przyrząd sprawiający sztuczną adhesyę, skutkiem czego pociąg na spadzistych szynach więcej

utrzymać się już nie może, i coraz spieszniej w dół pędzi. Chyżość jazdy, w której udział brała komisya, złożona z 14 osób, rośnie z każdą sekundą, i dochodzi do 120 — 150 kilometrów na godzinę, w chwili zaś wykolejenia się wozu, wzrosła aż do 200 kilometrów na godzinę, czyli 55^m na sekundę. Z owych 14 osób, dwie tylko, uszły bez szwanku, *Wetli*, twórca systemu, i jeden z inżynierów, podczas gdy reszta, skaleczoną lub zabitą została.

Celem oznaczenia możebnie największej chyżości jazdy, zrobiono w roku 1882 odpowiednie próby na kolei z *Lipska* do *Riesa*, przy czem się okazało, że chyżość jazdy posuwać można *bezkarnie*, aż do 105 kilometrów na godzinę.

Do porównania szybkości pociągów, służyć może następująca tabelka, zawierająca szybkości niektórych ruchów w przyrodzie, jakoteż ruchów mechanicznych.

gatunek ruchu	chyżość wyrażona	
	w kilometrach na godzinę	w metrach na sekundę
przeciętna szybkość marszu żołnierza .	4·7	1·3
średnia chyżość chodu człowieka . .	5·4	1·5
poczta na szosie	7·6	2·1
zwykły wiatr	14·4	4·0
pociąg ciężarowy	15·0	4·2
jeździec na koniu	15·1	4·3
pociąg osobowy	30·0	8·3
bieg na ślizgawce	30·6	8·5
koń na wyścigach	38·0	10·5
pociąg pospieszny	50·0	13·8
mocny wicher	68·4	19·0
lot jaskółki	85·3	23·7
pęd harta	88·6	24·6
szybkość przewodu uczucia w nerwach	108·0	30·0
burza morska	136·8	38·0
lot gołębia	164·0	45·5
kula karabinowa	341·3	94·8
kula działowa	682·6	189·6
chyżość głosu	2197·0	333·0

Największa chyżość, jaką uzyskać zdołano, używając przyrządów mechanicznych, jest to chyżość wystrzału granatu, wynosząca 500^{m} na sekundę. Chyżość ta, aczkolwiek przewyższa pęd naszych pociągów 20—50 razy, jest w porównaniu do szybkości biegu planet w około słońca, drogą ślimaczą, ziemia nasza okala bowiem słońce chyżością 30 kilometrów na sekundę, słońce zaś biegnie w przestworze świata szybkością 55 kilometrów na sekundę, a więc co najmniej 100 razy spieszniej, aniżeli owa granata. Podczas gdy ziemia potrzebuje do obiegu swej orbity, czasu jednego roku, potrzebowałaby owa granata do obiegu takiego lat 60, pospieszny pociąg zaś, lat 1200. W porównaniu z chyżością światła i elektryczności, jest znów chyżość ciał niebieskich, chyżością ślimaka, do przebycia przestrzeni, dzielącej słońce od ziemi, potrzebuje bowiem światło 8, elektryka $5^1/_4$ sekund, podczas gdy granata, potrzebowałaby do przebycia takiej przestrzeni $9^1/_2$ lat, a pociąg pospieszny, biedzby musiał blizko 2 wieki całe. —

Nie w *chyżości* jazdy, jak do niedawna jeszcze mawiano, lecz w możebności *przewożenia wielkich mas*, leży doniosłość dróg żelaznych, chyżość przewozu schodzi na drugi plan. Stratę czasu, powstającą z przyczyny wolnej jazdy, wyrównać bowiem można dostatecznie skracaniem przestanków na stacyach. Chyżość 12 kilometrów na godzinę, wystarcza podług pana *Hartwich*, do zabicia wszelkiej konkurencyi na szosie, skoro tylko pociągi kursują *często*. Chyżość taka odpowiadać przeto może wymogom handlu i przemysłu. Wynika ztąd, że dla przewozu towarów, wolna jazda winna być regułą, spieszna zaś wyjątkiem.

Na zgromadzeniu techników, zapadła w r. 1872 uchwała do rozpisania konkursu na dostawę lokomotywy, któraby chyżej jak szybkością 12 kilometrów na godzinę, biedz nie mogła, a *Grunt*, inżynier we *Wrocławiu*, zbudował maszynę, która siłą własnej pary automatycznie się hamuje, skoro chyżość biegu ową granicę przekracza. Chcąc należycie ocenić, czy i o ile spieszna jazda jest na miejscu, zważyć trzeba, że jadąc spiesznie, zadowala się przedewszystkiem podróżnych, daje się możność skrócania terminów dostawy towarów, wyzyskuje się lepiej tabor przewozowy, umniejsza się liczbę służby pociągowej, nadaje się możność usunięcia ruchu nocnego, a nareszcie sprowadza się łatwość dojazdu do pociągów kolei sąsiednich.

Wymienione korzyści osiągać się jednak dają, li tylko kosztem ekonomii ruchu. Koszta spowodowane zwiększaniem chyżości jazdy, odbijają się bowiem we wszystkich

prawie gałęziach administracyi kolejowej, najwybitniej zaś, w utrzymaniu torów i prowadzeniu pociągów.

Progi, któreby, jadąc wolno, dobrze jeszcze w torze leżeć mogły, wymieniać trzeba w łukach, skoro jazda się przyspieszy, częste przybijanie gwoździ, spowodowane regulacyą szerokości toru, konieczną przy szybkiej jaździe z powodu owej rozpierającej siły (siły odśrodkowej) psuje bowiem progi do tego stopnia, że je wymieniać trzeba, zanim jeszcze gnić poczynają. Chcąc szturkania, sprawione szybką jazdą, sprowadzić do minimum, utrzymywać trzeba, nietylko *niveletę* ale nadto także i *szerokość* toru, daleko staranniej, jak to się dzieje przy jeździe wolnej, a utrzymywanie takie, kosztuje wiele. Szybka jazda, ściera tory mocniej, wymaga oprócz tego silniejszej szyny, lepszego jej umocowywania, zwiększa więc nietylko procent wymiany szyn, ale nadto i koszta założenia toru. Co się zaś tyczy zwiększania kosztów prowadzenia ruchu, z powodu spiesznej jazdy, zważyć trzeba, że jazda spieszna, niszczy osie, łożyska, rysory, wieńce kół itp., że więc zwiększa koszta utrzymania taboru przewozowego, jakoteż, że wymaga odpowiednio zbudowanych, a więc kosztowniejszych lokomotyw. Mieć także trzeba na uwadze, że siła odśrodkowa, zradzająca się podczas jazdy w łukach, rozpiera toki w *kwadratowym* stosunku do chyżości jazdy; jakoteż, że niebezpieczeństwo ruchu wzrasta podług baurata *Szeflera* (r. 1877) w *trzeciej potędze* tejże chyżości.

Okoliczności te, nie powinny jednak doprowadzać nas do ostateczności, tj. nie powinny wpływać na zbyt wielkie zwalnianie chyżości jazdy, albowiem *zanadto wolna* jazda również jest niekorzytną.

Jadąc wolno, potrzeba zbyt długiego czasu do przebycia nie wielkich stosunkowo przestrzeń, a stać się łatwo może, że jechać się będzie całą *dobę*, gdzie *dzień* zupełnie wystarcza. W takich razach wymaga zbyt wolna jazda, organizacyi służby nocnej, która zawsze koszta za sobą pociąga. Jadąc wolno, kursować może na dobę mała tylko ilość pociągów, skoro do przewozu mamy kolej jednotorową, chcąc w takim razie zadosyć uczynić ruchu ożywionemu, dzień już nie wystarcza. Wreszcie zważyć trzeba że jadąc zbyt wolno, nie zdołamy wyzyskać siły naszych lokomotyw, gdyż gdyby chciano to uczynić, prowadzić by trzeba pociągi dłuższe jak wygoda ruchu wymaga.

Widzimy więc, że mylnem jest twierdzenie, jakoby jadąc wolno, *zawsze* i *wszędzie* oszczędność sprowadzano, owszem, zbyt wolna jazda, stać się może powodem, nawet

bardzo znacznych wydatków, jak to np. powziąść można z następującego przykładu.

Do stacyi *Drauburg*, austryjackiej kolei południowej, wpływa boczna kolej, wychodząca ze stacyi *Wolfsberg*. Ponieważ między temi stacyami kursowały dawniej pociągi mierną tylko chyżością, więc pociąg, zabrawszy podróżnych przybyłych do Wolfsberg główną koleją, i przyprowadziwszy je do Drauburg, nie mógł wrócić na czas do Wolfsberg, aby zabrać podróżnych, przybyłych tam drugim pociągiem głównej kolei, a chcących jechać do Drauburg. Na linii Drauburg Wolfsberg, kursowały przeto dwa pociągi, do prowadzenia których utrzymywać musiano dwie maszyny i podwójną służbę pociągową i oprócz tego ogrzewać w zimie podwójną ilość wozów, które także i oświetlać było trzeba. Gdy zaś chyżość jazdy zwiększono tak, że jeden i ten sam pociąg przebyć mógł przestrzeń Wolfsberg Drauburg dwa razy podczas przerwy między pociągami kolei głównej, ustały wszystkie trudności, a wydatki ruchu, zmniejszyły się o połowę.

Zważając to co powiedziano, przychodzimy do przekonania, że każdą kolej, winno się urządzić podług *miejscowych okoliczności*, a nie naśladować ślepo urządzeń, które będąc dobremi dla jednej kolei, nie odpowiadają miejscowym warunkom drugiej.

2.

Szybkość pociągów:

Wykazano w poprzednim paragrafie, że *pewna* tylko chyżość jazdy, warunkom ruchu kolejowego, odpowiadać może, jaką zaś jest owa chyżość, teoretycznie oznaczyć trudno, praktyka kolejowa nagrowadziła jednak w ciągu połowy wieku prowadzenia ruchu, pewniki podług których chyżość jazdy nietylko regulujemy, ale nadto, i pociągi klassyfikujemy.

Rozróżniamy albowiem pociągi pospieszne, osobowe, mięszane i towarowe, a różnica w klasyfikacyi polega mniej w gatunku ciężaru przewozowego, jak raczej w chyżości, jaką przewóz się odbywa.

Na kolejach niemieckich, dochodzi chyżość pociągów:

towarowych	do . . .	45
osobowych	„ . . .	60
pośpiesznych	„ . . .	75

kilometrów na godzinę, tak więc, że pociągi osobowe przejeżdżają kilometer drogi na minutę. Pospieszne biegną chyżej, towarowe wolniej.

Szybkość jazdy na kolejach żelaznych, zależy przed wszystkiem od siły w kotle lokomotywy rozwijajacej się pary, od wytrzymałości składowych części lokomotywy jakoteż od wytrzymałości toru po którym pociąg biegnie.

Ekonomia w prowadzeniu ruchu, dobroć hamulców, odległość stacyi od siebie i t. p. wpływają również na szybkość jazdy. Praktyka kolejowa uwzględniając te i jeszcze inne stosunki wpływające na szybkość jazdy, wyrobiła pewną chyżość, której przekraczać nie wypada.

Tak n. p. wynosi:

dla lokomotywy	chyżość jazdy			
	w metrach na sekundę		w kilometrach na godzinę	
	od	do	od	do
nie mającej ze sobą sprzężonych osi	20.	25.	72	90
mającej dwie osie sprzężone	18.	25.	65	90
mającej 3 osie sprzężone	13.	18.	45	65

na kolejach francuzkich przyjęto jako

na kolei	Największą szybkość jazdy dla pociągów					
	osobowych		mięszanych		towarowych	
	metrów na sekundę	Kilometr na godzinę	metrów na sekundę	Kilometr na godzinę	metrów na sekundę	Kilometr. na godzinę
północnej	20	72	17	60	8	30
orleańskiej	21	75	15	55	8	30
wschodniej	25	90	17	60	14	50

Na kolejach austryjackich uważać zaś można daty następującej tabliczki zestawionej przez inspektora północnej kolei pana *Tilp* jako wartości przyjęte.

pociąg	Szybkość jazdy wynosi na kolejach mających wzniesienia							
	łagodniejsze				stromsze			
	od wzniesienia 10%							
	metrów na sekundę		Kilometr. na godzinę		metrów na sekundę		Kilometr. na godzinę	
	od	do	od	do	od	do	od	do
pośpieszny	12	20	45	75	10	11	37	40
osobowy	9	12	30	45	7	9	25	30
mięszany	6	7	22	25	5	6	20	22
towarowy	5	6	18	22	4	5	15	18

U nas w Austryi, biegną

pociągi	chyżością	
	metrów na sekundę	kilometrów na godzinę
pospieszne	15	54
osobowe	12	43
mięszane	10	36
towarowe	6	21

Przyglądając się rozkładom jazdy różnych kolei, wysnuwamy wniosek, że przeciętna szybkość pociągów *towarowych*, wynosi

W Niemczech . . . . . 4·2^m na sekundę
„ Austryi . . . . . 3·8^m „ „

Opierając się na doświadczeniu, wypracowywano w Austryi po trzykroć ustawę normującą granicę, której chyżość jazdy przekraczać nie powinna. Następująca tabelka zawiera odnośne, ustawą normowane daty.

Możebnie największa szybkość jazdy			
pociągu	wynosić winna podług ustawy z roku		
	1852	1862	1876
	miesiąca		
	16 listopada	26 stycznia	18 paździer.
	Kilometrów na godzinę		
osobowego	52	75	80
towarowego	38	38	40

Możebnie największą chyżość jazdy, wynosi przeto w Austryi dla pociągów:

osobowych . . . . . 22·2^m
towarowych . . . . . 11·1^m

na sekundę, którą to chyżość zwiększać wolno tylko w chwilach oczywistego niebezpieczeństwa, jakoteż podczas jazd próbnych.

Nie zawsze i wszędzie chyżością maxymalną jednak jechać można. Niektóre koleje przepisują bowiem, że szybkość jazdy co najwięcej wynosić winna:

przejeżdżając zwrotnice . . . . 8^m
pchając pociąg z tyłu . . . . . 7^m
przejeżdżając ostre łuki . . . . 4^m
szykując wozy . . . . . 3^m

na sekundę, oprócz tego nakazuje ustawa zwalniać dozwoloną chyżość: skoro stan toru na spieszną jazdę nie zezwala, wjeżdżając do, i wyjeżdżając ze stacyi, w razach sygnału nakazującego zwalnianie jazdy, przejeżdżając strome spadki, gdy lokomotywa sama biegnie nie ciągnąc pociągu, zjeżdżając z toru głównego na tor boczny, lub odwrotnie i t. p.

W Niemczech zezwalano do roku 1873 na chyżość 90 kilometrów na godzinę (25^m na sekundę) począwszy od roku 1878 zniżono ją jednak do wartości 75 kilometrów (21^m na sekundę).

3.

Chyżość jazdy ze względu na budowę toru.

W poprzednim paragrafie przytoczono granice jakie *ustawy*, kładą chyżości jazdy. Ponieważ jednak, jak to wypada z natury rzeczy, ustawy nie posuwają się do ostatecznie możliwej granicy, lecz zawsze poniżej niej zostają, więc zapoznać się wypada z *naturalnemi* granicami chyżości pociągów.

Do naturalnych granic chyżości jazdy, zaliczamy wytrzymałość toru, wytrzymałość składowych części lokomotywy, spieszność rozwoju pary, możność zatrzymywania pociągów i odległość stacyi od siebie; a każde z tych ograniczeń, osobno omawiać będziemy.

Co się tyczy ograniczenia chyżości ze strony *toru*, zauważyć trzeba, że skoro M wyraża masę wozu wypadającą na jednę tonnę jego ciężaru, mierzoną w kilogramach, a chyżość jazdy w metrach na sekundę, R promień łuku w metrach, wynosi siła odśrodkowa zradzająca się w łukach, czyli boczny nacisk na tor zewnętrzny:

$$\frac{M.c^2}{R}$$

kilogramów, uwzględniając zaś, że masa wozu nie jest skupioną w jeden punkt matematyczny, lecz jest rozłożoną na obszar całego wozu, zwiększa się ów nacisk, jak to wykazuje *Schima*, dyrektor busztechwadzkiej kolei, w sposób wyrażony wzorem:

$$\frac{M.c^2}{R}\left(1+\frac{a}{4}\right)=N.$$

w którym wzorze oznacza a rozstaw osi mierzony w metrach.

Uwzględniając a = $3 \cdot 1^m$, M = 102, wypada, że nacisk sprawiony jazdą w łukach wyniesie:

$$N = \frac{180}{R} c^2$$

kilogramów, ze wzoru tego wypada:

$$c_{max} = 0 \cdot 075 \sqrt{N.R} \quad . \; . \; . \qquad I)$$

tutaj wyraża:

N... nacisk na tok zewnętrzny, wyrażony w kilogramach wypadający na tonnę ciężaru wozu.
R... promień łuku, mierzony w metrach
c... chyżość jazdy, w metrach na sekundę.

Przykład I.

W łuku zatoczonym promieniem 180^m cisnąć będzie każda tonna ciężaru pociągu, biegnącego chyżością **c** metrów na sekundę siłą

$$N = c^2$$

kilogramów, co znaczy, że w takim razie, parcie na tok zewnętrzny, wynosi tyle kilogramów, ile kwadrat chyżości ma metrów.

Gdyby gwoździe wiążące szynę z progiem, niewytrzymywały większego parcia z boku, jak 5 tonn = 5000 kilogramów, to maszyna ważąca 50 tonn, nieśmiałaby sprawiać na tonnę swego ciężaru większego nacisku jak

$$\frac{5000}{50} = 100$$

kilogramów, niemogłaby przeto przebywać łuki spieszniej, jak chyżością:

$$c = \sqrt{100} = 10^m$$

na sekundę.

Przykład 2.

Doświadczenie wykazało, że drzewo z którego wyrobiono progi, na których szyna spoczywa, tak jest miąsznem, że gwóźdź wbity w próg, przesunie się w bok, dopiero pod wpływem parcia wynoszącego 4 tonny.

Zachodzi pytanie, jak możebnie najszybciej biedz może lokomotywa ważąca 40 tonn, w łuku zatoczonym promieniem 360^m?

Gwóźdź wytrzymuje parcie

$$\frac{4 \times 1000}{40} = 100$$

kilogramów na każdą tonnę ciężaru biegnącej maszyny, możebnie największą chyżość jazdy, oblieza się przeto z równania:

$$\frac{180}{360} c^2 = 100$$

Z którego wypada:

$$c = 14{\cdot}14^m$$

4.

Chyżość jazdy ze względu na budowę maszyny.

Budowa maszyny, ogranicza szybkość jazdy o tyle, że nie dozwala osi koła popędowego wirować zanadto spiesznie, gdyż w takim razie cierpieć by mogło nietylko *koło*, ale uszkodzić by się mógł i *tłok* wykonujący ruchy swe, zależnie od ruchu koła.

Ustawa związkowa zaleca aby średnica koła popędowego, przy lokomotywach mających biedz chyżością dochodzącą do:

$6{\cdot}8^m$	na sekundę	wynosiła		90^{cm}
$8{\cdot}3^m$	„	„	„	110^{cm}
$12{\cdot}5^m$	„	„	„	130^{cm}

dla chyżości większych niż $12{\cdot}5^m$ na sekundę (45 kilometrów na godzinę) wynosić zaś winna średnica koła popędowego, co najmniej 150^{cm}.

Z przepisu tego wynika, że jadąc chyżością:

$6{\cdot}8^m$	na sekundę	robi	koło		2·4
$8{\cdot}3^m$	„	„	„	„	2·4
$12{\cdot}5^m$	„	„	„	„	3·0

obrotów na sekundę.

Komisya techniczna dróg żelaznych należących do związku kolejowego, uważa (1881) jako *maximum* chyżości, dla *koła*, jakoteż *tłoku* poruszającego się w cylindrze, wartości umieszczone w następującej tabelce

ruch	dla lokomotywy, przy której sprężono osi					
	2		3		4	
	uważać trzeba, jako maximum chyżości, chyżość wynoszącą metrów na					
	minutę	sekundę	minutę	sekundę	minutę	sekundę
chyżość tłoku	280	$4._7$	250	$4._2$	190	$3._2$
ilość obrotów koła	260	$4._1$	200	$3._3$	160	$2._7$

Tilp, uważaa *cztery* obroty koła popędowego na sekundę, jako maximum spieszności obrotu, na którą jeszcze zezwala wytrzymałość materyału z którego koło wyrobiono.

Ze względu na rozmiary *kół popędowych*, przyjąć można, że maszyny mające 3 osie ze sobą spięte, nie powinny nigdy spieszniej biedz, jak chyżością 40, maszyny zaś, przy których 4 osie zazem sprężono, nie spieszniej, jak chyżością 30 kilometrów na godzinę.

Wyraża S_1 średnicę koła popędowego, mierzoną w centimetrach, c możebnie największą chyżość jazdy, w metrach na sekundę, to pociąg posunie się podczas jednego obrotu koła popędowego, o długość wynoszącą $S_1 \pi$ centimetrów czyli o $\frac{S_1 \pi}{100}$ metrów; a ponieważ podług pana *Tilp*, koło popędowe obrócić się może w sekundzie 4 razy, więc pociąg zrobi w ciągu sekundy drogę:

$$4. \frac{S_1 \pi}{100} = \frac{S_1}{8}$$

metrów, a ponieważ droga przebyta w czasie sekundy, zowie się *chyżością*, więc wypada, że maxymalna chyżość jazdy, na którą zezwala konstrukcya lokomotywy, wynosi: $\left(\frac{S_1}{8}\right)$ metrów na sekundę. *Grove* zaś, opierając się na doświadczeniu innego rodzaju, przytacza wzór $\left(\frac{S_1 - 95}{4}\right)$ tak więc, że granica jaką chyżości stawia konstrukcya maszyny, wyrazić się daje wzorami:

$$C_{max.} = \begin{cases} \left(\frac{S_1}{8}\right) \\ \left(\frac{S_1 - 95}{4}\right) \end{cases} \quad \ldots\ldots \quad 2)$$

w których oznacza:

C ... możebnie największą chyżość jazdy, w metrach na sekundę, na jaką zezwala konstrukcya lokomotywy.

S_1 ... średnicę koła popędowego w metrach.

Koło popędowe mające średnicy 200$^{c}/_{m}$ toczyćby się jeszcze mogło chyżością:

$$\frac{200}{8} = 25^m \text{ lub chyżością } \frac{200 - 95}{4} = 26^m$$

na sekundę.

5.

Chyżość jazdy ze względu na rozwój pary w lokomotywie.

Para wywiązująca się kotle lokomotywy, jest motorem który ją porusza. Od wielkości tej siły zależeć przeto będzie szybkość danej lokomotywy na danym torze.

Pracuje lokomotywa siłą *E* koni, a zwalczać ma opór wynoszący w całości *O* kilogramów, to mamy ze względu na to, żę *opór*, zawsze równać się winien *sile przewozowej*, podług wzoru numer 30 przytoczonego w dziale „lokomotywa“ w §. 26;

$$c = 75 \left(\frac{E}{O}\right) \qquad 3)$$

wzór, służący do obliczania owej chyżości, na jaką zezwala rozwój pary w lokomotywie. Tutaj oznacza:

c... chyżość jazdy, w metrach na sekundę, odpowiadającą sile lokomotywy.

E... skutek użyteczny lokomotywy, mierzony w siłach konia.

O... całkowity opór, wyrażony w kilogramach, na jaki ruch pociągu natrafia.

Przykład:

W kierunku wzniesienia mającego $8^0/_{00}$ stromości leżącego w łuku, który zatoczono promieniem 600^m, prowadzi maszyna, pracując siłą 300 koni pociąg ważący 150 tonn, zachodzi pytanie, jak szybko jazda odbywać się będzie? Wyraża x, nieznaną chyżość jazdy, w metrach na sekundę, to zwalczać będzie każda tonna ciężaru pociągu, opór wynoszący:

$$4 + 8 + \frac{600}{600} + \frac{x^2}{50} = \left(13 + \frac{x^2}{50}\right)$$

kilogramów. Opór pociągu będzie przeto:

$$\left(13 + \frac{x^2}{50}\right) \times 150$$

ponieważ lokomotywa pracuje siłą 300 koni, więc mamy, uwzględniając wzór podany pod numerem 3:

$$x = 75 \frac{300}{150\left(13 + \frac{x^2}{50}\right)}$$

zkąd wypada $x = 10$, co znaczy, że pociąg biedz będzie mógł pod takiemi warunkami, chyżością 10^m na sekundę.

Nie chodzi o zbyt wielką dokładność, to uprościć można znacznie rachunek, przyjmując że opór ruchu nie zawisł wcale od chyżości, lecz wynosi na poziomej prostej już nie 4 lecz 5 kilogramów, na tonnę ciężaru pociągu. W takim razie zwalcza każda tonna ciężaru pociągu, opór:

$$5 + 8 + \frac{600}{600} = 14$$

kilogramów. Ponieważ pociąg waży 150 tonn, więc wynosi całkowity opór $14 \times 150 = 2100$ kilogramów, mamy przeto:

$$x = \frac{75 \times 300}{2100} = 10^m$$

jako chyżość szukaną.

Ponieważ produkcya pary zawisłą jest od wielkości powierzchni ogrzewalnej, więc też i chyżość lokomotywy, zależeć będzie od wielkości tejże powierzchni, zkąd wynika, że wyrazić będzie można chyżość pociągu, odpowiadającą danej pracy lokomotywy, jako funkcyę jej powierzchni ogrzewalnej.

W dziale „lokomotywa“ wykazano w § 27, że na metr kwadratowy powierzchni ogrzewalnej, wypada przeciętnie siła, $2^1/_2$ koni. Wyraża H powierzchnię ogrzewalną mierzoną w $\square^m$, E zaś, skutek użyteczny, w siłach konia, to będzie:

$$E = 2{\cdot}5\ H$$

wstawiając tę wartość we wzór numer 3, otrzymujemy jako chyżość maszyny:

$$c = 1875\ \frac{H}{O}$$

zważając, że skoro A wyraża całkowitą adhezyę, jaką maszyna wydaje, podług § 25, działu „lokomotywa,“ opór ruchu wynosić może co najwięcej:

$$O = {}^{10}/_{11}\ A$$

Wyraża Q ciężar, złożony na osie kół popędowych, mierzony w tonnach, to wynosi podczas zwykłej pogody adhezya

$$A = 130.Q$$

kilogramów (dział lokomotywa § 8), skutkiem czego

$$O = {}^{10}/_{11}\ 130.Q = 118.Q$$

zważając że:

$$Q = 15 + \frac{1}{6}\ H$$

(dział „lokomotywa“ § 9) otrzymujemy dla maszyn, posiadających *tender odrębny*:

$$O = 118 \left(15 + \frac{1}{6} H \right)$$

wstawiając tę wartość za O we wzór:

$$c = 1875 \frac{H}{O}$$

otrzymujemy:

$$c = \frac{9 \cdot 5 . H}{90 + H}$$

wzór, służący do obliczania chyżości, jaką prowadzić może maszyna, posiadająca H□^{m} wielką powierzchnię ogrzewalną pociąg sprawiający ruchowi opór, który zbliża się do wielkości adhezyi tejże lokomotywy.

Przykład:

Jak spiesznie prowadzić zdoła lokomotywa, ważąca wraz z jej tenderem 50 tonn. przy której wszystkie osie ze sobą sprzężono, posiadająca 130□^{m} powierzchni ogrzewalnej, pociąg sprawiający ruchowi blisko tyle oporu, ile adhezya wynosi?

Ponieważ wszystkie osie lokomotywy ze sobą sprzężono, więc sprawia lokomotywa podczas pogody 130 × 50 = 6500 kilogramów adhezyi opór ruchu wynosić przeto może w najlepszym razie:

$$^{10}/_{11}\ 6500 = 5909$$

lub okrągło 6000 kilogramów.

Prowadzi maszyna, pociąg w kierunku wzniesienia mającego 15% stromości, to przyjąć można, że każda tonna pociągu zwalczać będzie opó- (5 + 15) = 20 kilogramów, pociąg włącznie z ciężarem lokomotywy ważyć przeto może $\frac{6000}{20}$ = 300 tonn, jazda zaś odbywać się będzie chyżością:

$$c = \frac{9 \cdot 5 \times 130}{90 + 130} = 5^1/_2{}^m$$

na sekundę.

Gdyby ta sama maszyna, prowadziła pociąg lżejszy, n. p. pociąg ważący tylko 200 tonn, to obliczaćby musiano chyżość jazdy, w sposób następujący:

Ponieważ lokomotywa posiada 130$\square^m$ powierzchni ogrzewalnej, na metr kwadratowy wypada zaś siły $2\frac{1}{2}$ konia, więc pracować będzie siłą $2\frac{1}{2} \times 130 = 325$ koni, ponieważ pociąg waży 200 tonn, a każda tonna tego ciężaru zwalcza opór 20 kilogramów, więc wynosi całkowity opór, który jest do zwalczania $20 \times 200 = 4000$ kilogramów, jazda odbywać się przeto będzie chyżością:

$$75 \frac{325}{4000} = 6^m$$

na sekundę.

Mając na względzie maszyny *tenderowe*, a mianowicie maszyny konstrukcyi *Kraussa*, będzie (dział lokomotywa § 9):

$$Q = 6 + 0{\cdot}3\ H$$

a przeto:

$$O = 118\ (6 + 0{\cdot}3\ H)$$

uwzględniając, że przy takich maszynach, liczyć wypada 3 konie na metr kwadratowy powierzchni ogrzewalnej, pisać trzeba:

$$E = 3.H$$

w którym to razie otrzymamy:

$$c = \frac{6{\cdot}4.H}{20 + H}$$

wzór służący do obliczania chyżości maszyn tenderowych, prowadzących pociągi, które sprawiają ruchowi bez mała tyle oporu, ile wynosi adhezya maszyny.

Do obliczania chyżości, jaką prowadzić będzie maszyna, pociąg stawiający ruchowi opór, który dosięga wartości adhezyi, mamy przeto wzory:

$$\left.\begin{aligned} c &= \frac{9{\cdot}5.H}{90 + H} \\ c &= \frac{6{\cdot}4.H}{20 + H} \end{aligned}\right\} \ldots \qquad 4)$$

z których pierwszy, odnosi się do maszyn mających tender odrębny, drugi zaś, do maszyn tenderowych systemu Kraussa.

Tutaj wyraża:

c... chyżość jaką pociąg biedz może, zwalczając opór, dosięgający wartości adhezyi, mierzoną w metrach na sekundę.

H... powierzchnię ogrzewalną, mierzoną w metrach kwadratowych.

Waży maszyna tenderowa 18 tonn, to sprawia podczas słoty $18 \times 105 = 1890$ kilogramów adhezyi, biegnie pociąg w kierunku wzniesienia $15^0/_{00}$, to zwalczać będzie każda tonna jego ciężaru, opór wynoszący $5 + 15 = 20$ kilogramów, pociąg ważyć przeto może $\frac{1890}{20} = 94$ tonn (włącznie z ciężarem maszyny), szybkość zaś jego ruchu, wynosiłaby w takim razie:

$$\frac{6{\cdot}4 \times 80}{20 + 80} = 5{\cdot}1^m$$

na sekundę.

Gdyby zaś ta sama maszyna prowadzić miała pociąg, ważący 200 tonn, już nie w kierunku wzniesienia, lecz na równi, to zwalczałaby każda tonna ciężaru pociągu 5 kilogramów oporu. Całkowity opór, jakiby maszyna miała do zwalczania, wynosiłby przeto $5 \times 200 = 1000$ kilogramów. Ponieważ przy maszynach tenderowych, liczyć można na $\square^m$ powierzchni ogrzewalnej, siły 3 koni, więc maszyna pracuje siłą $3 \times 80 = 240$ koni, skutkiem czego poprowadzi ów pociąg chyżością:

$$\frac{75 \times 240}{1000} = 18^m$$

na sekundę.

Wyraża **S** siłę przewozową mierzoną w kilogramach, **E** skutek użyteczny danej lokomotywy, mierzony w siłach konia, to wyraża się jak już wspomniano (§. 38 dział lokomotywa) chyżość jazdy **c**, odpowiadająca takiej sile, wzorem:

$$c = 75 \frac{E}{S}$$

wynosi całkowita adhezya którą lokomotywa wydaje A kilogramów, to mamy (§. 25 dział lokomotywa)

$$S = {}^{10}/_{11}\ A$$

a przeto także:

$$c = 82{\cdot}5 \left(\frac{E}{A}\right) \ldots\ldots \qquad 5)$$

w tym wzorze wyraża:

c... chyżość, jaką maszyna pracująca siłą *E* koni, poprowadzić zdoła pociąg który sprawia ruchowi opór dochodzący do wartości adhezyi.

A... adhezyę lokomotywy, mierzoną w kilogramach,

E... skutek użyteczny lokomotywy, mierzony w siłach konia.

Lokomotywa pracując siłą 300 koni, wydająca 4000 kilogramów adhezyi, poprowadzi pociąg możebnie najcięższy, t. j. pociąg zwalczający opór, który dochodzi do wartości jej adhezyi, chyżością:

$$\frac{82{\cdot}5 \times 300}{400} = 6{\cdot}2^{m}$$

na sekundę.

Wstawiając we wzór

$$c = 75 \frac{E}{S}$$

za S., opór całkowity, który zawsze się równa sile przewozowej, wypada:

$$O\,c = 75.\ E$$

co znaczy, że *skoro uważać można opór jako nie zależny od chyżości jazdy, iloczyn oporu i chyżości, zawsze jest liczbą stałą.* Prowadząc pociąg tą samą maszyną po innej linii, będzie:

$$O^{1}\,c^{1} = 75.\ E$$

a przeto:

$$O : O^{1} = c^{1} : c \ldots\ldots \qquad 6)$$

proporcya, za pomocą której *szacować* można chyżość, jaką pociąg poruszać się będzie, zwalczając pewien opór.

Widzimy więc, że skoro maszyna zwalczać zdołała opór 4000 kilogramów chyżością 10^{m} na sekudę, zwalczać będzie opór 2000 kilogramów, chyżością dwa razy tak wielką. Chcąc się w zawilszych rachunkach prędko oryentować, okazuje się być owa proporcya bardzo wygodną.

Bezpieczeństwo ruchu wymaga, aby każdą maszynę *próbowano* jak spiesznie biedz może nie *rzucając* się zbyt mocno, t. j. aby się przekonano, o wiele chyżość, dyktowana bezpieczeństwem i swobodą ruchu, leży niżej od chyżości na którą zezwala konstrukcya lokomotywy.

Chyżość, na którą zgodzić się jeszcze można, chcąc prowadzić pociągi spokojnie i bezpiecznie, zowiemy chyżością *wybraną*.

Ponieważ spokój i pewność biegu, nie zależą li tylko od konstrukcyi lokomotywy, ale nadto także i od jakości toru, więc wypada, że każda kolej oznaczyć winna dla swych pociągów wielkość chyżości *wybranej*.

Kolej arcyksięcia Albrechta, obrała np. aczkolwiek maszyny jej służące do prowadzenia pociągów mięszanych, biegały podczas próby policyjnej zupłenie spokojnie chyżością 13^m na sekundę, przecież tylko chyżość 9^m jako maximum, które nigdzie nie przekracza. Dla pociągów mieszanych jest więc chyżość 9^m na sekundę, chyżością *wybraną*.

6.

Chyżość jazdy ze względu na odległość stacyi i hamulce.

Wydawaćby się mogło, że chyżość jaką pociąg, biegnąc między dwoma stacyami, uzyskać może, zależy li tylko od rozwoju pary w kotle lokomotywy, że więc odległość dwóch sąsiednich stacyj, ani też hamulce znajdujące się przy pociągu, na uzyskanie możebnie największej chyżości, wcale wpływać nie powinny.

A przecież tak nie jest, do uzyskania możebnie największej chyżości, trzeba pewnej *przestrzeni*, na której z miejsca wyruszająca maszyna, bieg swój *stopniowo* przyspieszać może. Nie znachodzi lokomotywa tyle przestrzeni ile potrzeba, aby chyżość jej wzrosła do możebnie największej wartości, to chyżości tej wcale nie uzyska.

Zbliżając się do stacyi, musi maszyna biegnąca pełną chyżością, na którą rozwój pary dozwala, jakiś czas przed stacyą jazdę swą zwalniać, droga zaś, przez którą maszyna bieg swój zwalnia, zależy znów od dobroci hamulców. Im hamulce są silniejsze, tem krótszą będzie droga potrzebna na zwalnianie jazdy.

Odległość między dwiema sąsiedniemi stacyami dzielić więc trzeba na trzy części, a mianowicie: na przestrzeń potrzebną do *uzyskania* pełnej chyżości, dalej na przestrzeń, przez którą uzyskaną chyżość się *utrzymuje*, a nakoniec na przestrzeń, potrzebną do *zwalniania* uzyskanej już chyżości. Są stacye tak daleko od siebie rozdzielone, że na wszystkie te trzy czynności miejsca się nie znachodzi, to uzyskanie chyżości odpowiadającej rozwoju pary, nie natrafi na żadne trudności. Gdyby zaś stacye były tak blisko siebie, że dystans ich, równałby się sumie dróg, potrzebnych do uzyskania i zwalniania chyżości, to w takim razie, jechaćby można chyżością możebnie największą, że tak powiem, chwilkę tylko, bo w tejsamej chwili, w której wyjeżdżająca maszyna pełną swą chyżość uzyskała, już ją znów zwalniać musi, chcąc do stacyi wjechać. Gdyby stacye były tak blisko siebie, że odległość ich mniejszą by była od sumy owych dróg, potrzebnych do uzyskania i zwalniania chyżości, to w takim razie jazdę zwalniaćby już trzeba, zanim jeszcze maszyna uzyskać zdołała chyżość, która odpowiada rozwoju jej pary. W takim razie nie możnaby więc uzyskać chyżości, możebnie największej.

Przestrzeń potrzebna do zwalniania chyżości, uzyskanej na otwartej linii, zawisłą jest od dobroci hamulców. Im hamulce działają silniej, tem spieszniej chyżość jazdy strawić zdołają, zkąd wniosek, że chyżość jazdy, zależy nietylko od spieszności rozwoju pary, ale także, od hamulców znajdujących się przy pociągu, jakoteż od odległości jednej stacyi od drugiej.

W jakim zaś związku stoją ze sobą: oddalenie stacyi, siła hamowania i spieszność rozwoju pary, obliczyć można jak następuje:

Maszyna, która biedz ma na linii otwartej chyżością c^m na sekundę, potrzebuje, wyjeżdżając ze stacyi, do uzyskania owej chyżości przestrzeni S_1 metrów, zbliża się zaś maszyna do stacyi, to potrzebuje do zwalniania swej chyżości, przestrzeni S_2 metrów, wynosi odległość, dwóch sąsiednich stacyj $(S_1 + S_2)$ metrów, to maszyna zwalniać musi chyżość, swą w tej chwili, w której ją uzyskała, zkąd wypada, że pociąg uzyskaną swą chyżością wcale jechać nie będzie; chcąc więc aby maszyna biegła tą chyżością, która odpowiada rozwoju pary musi być odległość dwóch sąsiednich stacyj od siebie, koniecznie większą niż $(S_1 + S_2)$ metrów.

Ponieważ przestrzeń S_1 potrzebna do rozpędu, jakoteż przestrzeń S_2 potrzebna do zwalniania chyżości, są tylko

krótkie, więc i suma obydwóch, zaledwie kilkaset *metrów* wynosić będzie, ze względu na to, że stacye zwykle kilka *kilometrów* od siebie są oddalone, wydarzy się więc rzadko wypadek, aby maszyna ze względu na tą odległość, uzyskać nie mogła chyżości odpowiadającej jej rozwoju pary.

Wypadki takie zdarzać się jednak muszą, skoro stacye oddalone są od siebie, o kilkaset metrów jak to np. ma miejsce na kolejach prowadzących przez miasta lub na tramwajach prowadzonych siłą pary, jak je np. we Włoszech znaleść można.

W Londynie znachodzi się kolej żelazna, która prowadzi przeważnie pod ulicami, kolej ta, zwana *Metropolitan-Railway* odznacza się bardzo ożywionym ruchem, najżywszym może ze wszystkich kolei na świecie. Mając 178 kilometrów długości, podzieloną jest kolej ta, na 22 stacye, tak więc, że przeciętna odległość dwóch stacyj wynosi 809^m. są jednak stacye, które nawet 500^m nie są od siebie oddalone.

Chcąc obliczyć możebnie największą chyżość jaką daną maszyną pod takiemi warunkami uzyskać można, kalkulować wypada jak następuje:

Zwiększa, maszyna wyjeżdżająca ze stacyi, chyżość swą w każdej sekundzie o p metrów, a uzyskuje po przebyciu drogi S_1 metrów, chyżość która wynosi c^m na sekundę, to istnieje między temi wartościami związek (§ 12)

$$p\,S_1 = \frac{c^2}{2}$$

skoro maszyna bieg swój rozpoczęła chyżością zero.

Maszyna zbliżając się do stacyi poczyna chyżość swą zwalniać, a zwalnia ją na każdą sekundę o p_1 metrów tak, że po przebyciu drogi S_2 metrów, chyżość c^m zostanie zupełnie strawioną, to będzie:

$$p_1\,S_2 = \frac{c^2}{2}$$

zkąd związek:

$$pS_1 = p_1\,S_2$$

wynosi suma dróg S_1 i S_2; S metrów, to będzie

$$S_1 + S_2 = S$$

a przeto ze względu na powyższe wartości, wyniesie przestrzeń potrzebna do rozpędu:

$$S_1 = \left(\frac{p_1}{p + p_1}\right) S$$

metrów, przestrzeń zaś potrzebna do zwalniania jazdy, będzie:

$$S_2 = \left(\frac{p}{p + p_1}\right) S$$

metrów.

Wstawiając we wzór $p_1 S_2 = \frac{c^2}{2}$ powyższą wartość za S_2, we wzór zaś $pS_1 = \frac{c^2}{2}$ wartość za S_1 otrzymujemy:

$$c = \sqrt{\left(\frac{2pp_1}{p + p_1}\right) S} \qquad 7)$$

wzór, służący do obliczania chyżości jazdy, ze względu na odległość dwóch stacyj od siebie, jakoteż na hamulce, znajdujące się przy pociągu.

Tutaj wyraża:

c... chyżość jazdy w metrach na sekundę, jaką uzyskać można, ze względu na odległość dwóch stacyj od siebie i hamulce znajdujące się przy pociągu.

S... odległość dwóch sąsiednich stacyj od siebie, mierzoną w metrach.

p... przyspieszenie chyżości podczas wyjazdu ze stacyi, wyrażone w metrach na sekundę.

p_1... zwalnianie, czyli opóźnianie chyżości, wjeżdżając w stacye, wyrażone również w metrach na sekundę.

Gdybyśmy wiedzieli, że lokomotywa, wyjeżdżając ze stacyi, przyspieszać może bieg swój tak, że chyżość wyjazdu zwiększa się co sekundę o 1^m, jakoteż że wjeżdżając do stacyi, przyciągając hamulce zwalniać można chyżość wjazdu o $^1/_{10}{}^m$ na sekundę, a odległość sąsiednich stacyj wynosi 550^m, to nie będzie można pod takiemi warunkami uzyskać większej chyżości jak:

$$\sqrt{\frac{2 \times 1 \times {}^1/_{10}}{1 + {}^1/_{10}} 550} = 10^m$$

na sekundę.

Wzór podany pod numerem 7, nabrać może dla praktyki więcej wygodnego kształtu, skoro się zważy co następuje:

Wynosi siła przewozowa, danej lokomotywy **S** kilogramów, a pociąg który lokomotywa prowadzi, waży **T** tonn, to wypada na jedną tonnę ciężaru pociągu

$$\left(\frac{S}{T}\right)$$

kilogramów siły przewozowej, nazwijmy tę część siły przewozowej, która odnosi się do jednej tonny ciężaru pociągu, *jednostkową siłą przewozową*, a wyrazimy jednostkową siłę przewozu literą σ, to będzie:

$$\sigma = \frac{S}{T}$$

natrafia każda tonna ciężaru pociągu na opór wynoszący o kilogramów, to wynosi siła, pod wpływem której odbywa się ruch podczas *wyjazdu* ze stacyi, a więc siła ruch *utrzymująca*:

$$u = (\sigma - o)$$

kilogramów, na tonnę ciężaru pociągu. Zbliżając się ku stacyi, poczynamy hamować, siłą wynoszącą na tonnę ciężaru pociągu **k** kilogramów, opór który *wjeżdżając* do stacyi, zwalcza każda tonna ciężaru, wynosi przeto $(k + o)$ kilogramów, siła ruch trawiąca jest zatem:

$$t = (k + o)$$

kilogramów.

Obydwie te siły odnoszą się do ciężaru jednej tonny, ponieważ masa, odpowiadająca ciężarowi jednej tonny, wynosi (dział lokomotywa § 38) 102 kilogramów, więc wyniesie siła wypadająca na *jednostkę masy*, czyli tak zwane przyspieszenie:

$$\frac{\sigma - o}{102} = p$$

dla maszyny wyjeżdżającej, zaś

$$\frac{k + o}{102} = p_1$$

dla maszyny wjeżdżającej do stacyi. Wstawiając te wartości we wzór podany pod numerem 7 otrzymujemy:

$$c = 0{\cdot}14 \sqrt{\left(\frac{u.t}{u + t}\right) s} \ldots \qquad 8)$$

wzór służący do obliczania możebnie największej chyżości, jaką uzyskać można daną maszyną ze względu na odległość stacyi od siebie, jakoteż na hamulce, znajdujące się przy pociągu.

Tutaj wyraża:

c... chyżość jazdy ze względu na odległość stacyi i hamulce, mierzoną w metrach na sekundę.

s... odległość dwóch sąsiednich stacyi od siebie, mierzoną w metrach.

u... siłę ruch utrzymującą, wyrażoną w kilogramach, odnoszącą się do ciężaru jednej tonny całego pociągu.

t... siłę ruch trawiącą, w kilogramach, odnoszącą się do ciężaru jednej tonny całego pociągu.

Przykład.

Odległość między dwiema sąsiedniemi stacyami miejskiej kolei, wynosi 1000m. Do przewozu osób na tej koleji mamy maszynę, która wywięzując siły 6000 kilogramów, prowadzi pociąg ważący 300 tonn, po linii, która na tonnę ciężaru, stawia opór 5 kilogramów. Pociągi zaopatrzono w hamulce któremi sprawić można na tonnę ciężaru pociągów, 100 kilogramów siły wstrzymującej. Zachodzi pytanie, jak spiesznie jechać będzie mozna pod takiemi warunkami?

Tutaj mamy:

$$S = 1000,\ O = 5,\ K = 100,\ \sigma = \frac{6000}{300} = 20$$

a przeto:

$$u = 20 - 5 = 15;\quad t = 100 + 5 = 105$$

wstawiając te wartości, we wzór numer 8, wypada:

$$c = 0{\cdot}14 \sqrt{\frac{15.105}{15 + 105}\ 1000} = 16$$

metrów na sekundę.

Znając rozmiary lokomotywy nie mniej prężenie pary w kotle, obliczamy jej skutek użyteczny, i przekonujemy się, że maszyna pracuje siłą 400 koni. Chyżość jazdy, którą maszyna jechaćby mogła gdyby przestrzeń była ku temu, wynosi przeto: (§. 5 wzór 3)

$$c = \frac{75.400}{5.300} = 20$$

metrów na sekundę a więc więcej jak maszyna rzeczywiście uzyskać zdoła-

Widzimy więc, że skoro stacye są tak blisko siebie, że oddalenie ich wynosi 1000^m, praca pary, na takiej przestrzeni wyzyskaną być nie może. Gdyby zaś stacye, nie kilometr ale n. p. 4 kilometry $= 4000^m$ były od siebie oddalone, to w takim razie podaje wzór nnmer 8, chyżość $c = 32^m$ na sekundę, ponieważ maszyna pracując pełną siłą swej pary, spieszniej jak chyżością 20^m, jechać nie może, więc widzimy, że na przestrzeni wynoszącej 4000^m, maszyna zupełnie wyzyskać się daje, czego na przestrzeni 1000^m, uczynić nie było można.

7.

Przeciętna chyżość, ruchu niejednostajnego.

Dotychczas przyjęto, że pociąg wyjeżdżając ze stacyi zwiększał chyżość swą z każdą sekundą biegu, *jednako spiesznie*, jakoteż, że czynił to samo wjeżdżając w stacye, co się tyczy zwalniania swego biegu. Suponowano więc ruch *jednostajnie przyspieszony*, wyjeżdżając ze stacyi, jakoteż ruch *jednostajnie opóźniomy*, wjeżdżając do stacyi. Ponieważ jednak, ruch pociągu nigdy nie jest ruchem jednostajnie przyspieszonym, ani też ruchem jednostajnie opóźnionym, więc *przeciętną* jego chyżość, nie będzie można wyrażać wzorem

$$\frac{c + o}{2} = \frac{c}{2}$$

lecz odszukać trzeba do jej wyrażenia, sposobu innego.

Wykazano w dziale „lokomotywa“, §. 43 że opór ruchu nie jednostajnie przyspieszonego lub opóźnionego, wynosi na tonnę poruszanego ciężaru:

$$\frac{v^2 + c^2 + v\,c}{150}$$

kilogramów w którym to wzorze, *v* oznacza chyżość początkową, *c* zaś, chyżość końcową.

Pisząc wyraz powyższy we formie:

$$\frac{\left[\dfrac{v^2 + c^2 + v\,c}{3}\right]}{50}$$

uderza nas podobieństwo tego wzoru, do wzoru

$$\frac{u^2}{50}$$

wyrażającego opór ruchu jednostajnego, w którym to wzorze oznacza *u* przeciętną chyżość tegoż ruchu.

Widzimy więc, że skoro:

$$u^2 = \frac{v^2 + c^2 + v\,c}{3}$$

wyraz ten, oznaczać będzie kwadrat *przeciętnej chyżości* ruchu nie jednostajnego.

Do obliczania przeciętnej chyżości ruchu niejednostajnego, służy przeto wzór:

$$u = \sqrt{\frac{v^2 + c^2 + v\,c}{3}} \quad \ldots\ldots \qquad 9)$$

w którym oznacza:

u... przeciętną chyżość ruchu nie jednostajnego, wyrażoną w metrach

v... chyżość początkową wyrażoną w metrach na sekundę

c... chyżość końcową wyrażoną w metrach na sekundę.

Rozpoczyna lub kończy się ruch, chyżością zero, to będzie w takim razie:

$$u = \frac{c}{\sqrt{3}} \quad \ldots\ldots \qquad 10)$$

przeciętna chyżość ruchu nie jednostajnego. Odbywa się ruch tak, że rozpoczyna się chyżością *c*, a kończy się chyżością zero, a chyżość maleje *w każdej sekundzie jednakowo*, to wynosi przeciętna chyżość ruchu takiego, zwanego ruchem *jednostajnie opóźnionym*,

$$u = \frac{c + 0}{2} = \frac{c}{2}$$

metrów.

Rozpoczął zaś pociąg bieg swój, wprawdzie tą samą chyżością, *c* i zakończył go również chyżością zero, chyżość malała jednak podczas drogi *nie jednakowo*, w pierwszych

sekundach biegu może mniej, jak w późniejszych, to wyrażać trzeba przeciętną chyżość ruchu takiego, zwanego ruchem *nie jednostajnie przyspieszonym*, już nie wzorem:

$$u = \frac{c}{2} = \frac{c}{\sqrt{4}}$$

lecz wzorem:

$$u = \frac{c}{\sqrt{3}}$$

który to wzór wykazuje, że przeciętna chyżość ruchu nie jednostajnego, jest większą od przeciętnej chyżości ruchu jednostajnego.

Tam więc, gdzie chodzi o rachunek ściślejszy, używać trzeba wzorów 9 i 10, przy mniej zaś ścisłych obrachowaniach, zadowalać się można arytmetyczną średnią.

Przykład I.

Pociąg biegnący na otwartej linii chyżością $12{\cdot}12^m$ na sekundę, poczyna, zbliżając się do stacyi, w oddaleniu 1400^m od jej środka, jazdę swą zwalniać. Zachodzi pytanie ile czasu potrzebować on będzie, od punktu w którym ruch zwalniać poczynał, aż do środka stacyi, gdzie się zatrzymuje.

Początkowa chyżość jazdy wynosi $v = 12{\cdot}12^m$ końcowa zaś, $c = 0^m$; pod supozycyą, że ruch pociągu był ruchem jednostajnie opóźnionym, otrzymujemy:

$$c = \frac{u}{2} = \frac{12.12}{2} = 6{\cdot}06^m$$

jako chyżość przeciętną. Nie chcemy zaś robić supozycyi nie prawdziwej to oblicza się chyżość przeciętną wzorem

$$u = \frac{c}{\sqrt{3}} = \frac{12{\cdot}12}{1{\cdot}73} = 7^m$$

Jadąc chyżością 7^m na sekundę, potrzebuje maszyna do przebycia drogi 1400^m czasu $\frac{1400}{7} = 200$ sekund, czyli 3 minut 2 sekund.

8.

Wybór i pomiar szybkości.

Siła pary wyzyskać się daje w dwojaki sposób, użyć ją bowiem można przeważnie na uzyskanie *znacznej chyżości* w którym to razie ciężar pociągów będzie nie wielkim, lub też, obrócić ją na cele *prowadzenia znacznych ciężarów* chyżością skromną.

Od miejscowych stosunków zależeć będzie, która z obydwóch alternatyw, korzystniejszą się okaże.

Koleje łączące ze sobą ogniska handlu i przemysłu tak zwane koleje światowe, jak n. p. kolej łącząca *Warszawę* z *Wiedniem*, kłaść będą nacisk na uzyskanie znacznej chyżości zadowalając się prowadzeniem lekkich pociągów. Ruch osobowy, który spiesznym być musi, odgrywa bowiem na kolejach takich, znaczną rolę.

Inne zaś koleje, a mianowicie koleje walczące z trudnościami terenu, lub koleje dowożące drugim towar dbać będą więcej o przewóz znacznych ciężarów starać się przeto będą wyzyskać siłę pary w pierwszej linii na cele prowadzenia pociągów ciężkich, posuwających się więc mierną tylko chyżością. Do rzędu takich kolei należy np. kolej *Busztechradzka.*

Koleje łączące miejsca *podaży* z miejscami *popytu*, koleje więc, na których przewóz tak towarów jakoteż i osób równo jest ożywionym, jak np. austryacka kolej południowa, muszą zadosyć czynić tak warunkom przewozu osób, jakoteż warunkom przewozu towarów. Zaprowadzają też one u siebie dwojakie chyżości, jedną dla towarów, 8 — 10^m na sekundę, a drugą dla osób, 12 — 15^m na sekundę.

Koleje które się stały siedliskami przemysłu, jak np. austryacka kolej północna, dbać muszą zarówno o ruch miejscowy jakoteż o światowy, gdyż obydwa gatunki przewozu stoją na równi, na kolejach takich rozróżniać będziemy, również dwojakiechyżości.

Na innych kolejach, chodzi znów li tylko o możebnie najspieszniejszy przejazd z jednej stacyi do drugiej, a mając stacye blizko siebie, jak np. podziemna kolej *Metropolitan* w Londynie, zależeć będzie chyżość jazdy, li tylko od siły maszyny, siły hamulców i odległości stacyi odsiebie (§. 6).

W najtrudniejszym położeniu co do wyboru chyżości dla swych pociągów, znajdują się koleje przerzynające teren

pagórkowaty i mało zaludniony, koleje takie, nie odznaczają się ani ożywionem ruchem osób ani towarów, koleje takie nie mając wybitnej cechy swego ruchu, powodować się muszą przed wszystkiem *ekonomią*.

Na kolejach takich, przewozi jeden i ten sam pociąg tak osoby, jakoteż i towary, a chyżość jazdy wygadzać musi tak osobom jakoteż i towarom, co jednak jest rzeczą nie możliwą, gdyż wymogi obydwóch czynników wzajemnie się wykluczają.

Na kolejach tego rodzaju, jak np. Galic. kolej arcyksięcia Albrechta, stanowi stosowny wybór chyżości, kwestyę żywotną, a błędy w tej mierze popełnione, kolej do zguby przyprowadzić mogą. Chyżość 7 — 9^m na sekundę, zdaje się w takich razach odpowiadać najlepiej.

Widzimy więc, że jedna i ta sama chyżość żadną miarą wszystkim warunkom, odpowiadać nie może, że więc każda kolej zastanowić się winna, jaką chyżością ruch prowadzić jej wypada, olbowiem co dla jednej kolei jest warunkiem bytu, dla drugiej zgubą się stać może.

Chyżość jazdy zastosowana do miejscowych warunków zowiemy jak już wspomniano (§ 5.) chyżością *wybraną*.

Mówiono dotąd o chyżościach pociągów, wykazano jak je *obliczać* można, nie wspomniano jednak nigdzie, jakim sposobem one *mierzać* się dają. Najprostszy sposób mierzania chyżości jazdy, byłby niezaprzeczenie podział drogi przez czas w którym ją przebyto. Chcąc więc uzyskać przyrząd któryby mierzał chyżość jazdy, trzeba go tak zbudować, aby dozwalał odczytywać nie tylko drogę, ale nadto także i czas w którym drogę przebyto. Czas mierzamy zegarem lub ruchem ciał, których chyżość znamy, drogę zaś taśmą mierzalną, lub ilością obrotów kół. Przyrządy do mierzania szybkości jazdy zwane *tachometrami* podzielić się dają na dwie kategorye, a mianowicie na:

1. Przyrządy otrzymujące ruch swój od obrotu kół, jakoteż na
2. Przyrządy niezawisłe od wiru kół.

9.

Tachometry uruchomiane wirem kół.

Tachometry, uruchomiane wirem kół, podzielić można ze względu na sposoby przenoszenia ruchu kół na ruch tachometru, na cztery gatunki, tak więc, że rozróżniać można tachometry które otrzymują ruch swój przez:

1. wstrząśnienia podczas jazdy;
2. dźwignie ustawione na osi wozowej.
3. siłę odśrodkową wirującej osi;
4. powietrze, zgęszczane lub rozrzedzane wirem osi wozowej.

Do tachometrów otrzymujących ruch swój, przez wstrząśnienia wozów, zaliczyć wypada instrument, jakiego używali francuzscy inżynierowie *Trouchou i Guebhard* w roku 1872 na wschodniej kolei, podczas pomiarów tyczących się oporów ruchu.

We wnętrzu wozu, umieszczono wałek poruszany w ten sposób zegarkowym przyrządem, że wirując w około swej osi, zarazem w kierunku tejże osi się posuwa. Powierzchnię wałka obwleczono papierem podzielonym tak, że każda przedziałka, odpowiada pewnemu czasowi, tj. pewnej części jego obrotu. Po nad wałkiem zawieszono ołówek tak na drążku stojącym po za wałkiem, że koniec ołówka lekko do wałka przylega. Nakręcając przyrząd zegarkowy sprawiamy więc nietylko ruch postępowy, ale także i obrotowy walca obwleczonego papierem, w którym to razie lekko po nad papierem zawieszony ołówek, rysować musi na wałku linię spiralną. Dopóki wóz pozostaje w spoczynku, linia spiralna będzie cienką, każde wstrząśnienie zaś wozu sprawić musi, że ołówek przylgnie mocniej do wałka, przez co, na papierze nieco grubsza linia się zjawi. Zwoje śrubowej linii odznaczać się będą tak długo swą grubością, jak długo jazda trwać będzie; gdyż wstrząśnienia, sprawiające grubość owej linji, nie ustają podczas jazdy. Znając drogę którą pociąg przebył, wyrazi iloraz tejże drogi przez czas, potrzebny do jej przebycia, z wystarczającą dla praktyki dokładnością, chyżość jazdy. Instrument ten, używany później do pomiarów chyżości jazdy, na austryackiej kolei południowej, odpowiadał celowi. Dla maszynisty niemiał jednak, wcale żadnej wartości, gdyż nie dozwalał odczytywać szybkości, jaką pociąg w danej chwili się porusza.

Do tachometrów utrzymujących ruch swój zapomocą *drążków* czyli dźwigń ustawionych na wirujących osiach wozu, zaliczamy rozmaite konstrukcye. *Pol,* inżynier nadreńskiej kolei, obmyślił w roku 1878 tachometr następującej konstrukcyi: Ruch obrotowy osi wozowej przenosi się w ten sposób na drążek ustawiony we wozie pionowo, że drążek nie wiruje lecz wzdłuż osi wozowej w lewo i prawo się przesuwa.

Na końcu pionowego drążka, osadzono poziomo ołówek, przy takim urządzeniu sprawia wirująca oś, ruch ołówka

tam i napowrót. W pobliżu drogi którą robi ołówek, ustawiono wałek owleczony papierem, który to wałek za pomocą zegarkowego przyrządu obraca się w około swej poziomej osi równoległej do drogi ołówka. Ołówek przylega lekko do walca, a ruch jego urządzono w ten sposób, że skoro koło wozowe wykona 50 obrotów, przebiega ołówek długość wałka wynoszącą $60^{m}/_{m}$ jeden raz. Ponieważ promień koła wozowego tak jest obranym, że jednorazowemu obrotowi koła odpowiada droga pociągu, wynosząca 20^{m} więc przebędzie pociąg drogę $50 \times 20 = 1000$ czyli 1 kilometer w tym samym czasie, w którym ołówek przesunął się raz jeden wzdłuż papierem obwleczonego wałka. Przyrząd zegarkowy uregulowano zaś w ten sposób, że wałek uruchomiony temże przyrządem, wykonuje co godzinę jeden obrót w około swej, poziomo ustawionej osi.

Obwód wałka papierowego, wynosi 120^{mm}, a ponieważ w ciągu 60 minut, każdy punkt jego obwodu przejdzie raz, po pod ołówek, więc odpowiada dystans $\frac{120}{60} = 2^{mm}$, czasowi jednej minuty.

Jak długo wóz się nie porusza, pozostają drążek, a więc i ołówek w spoczynku, wałek zaś, poruszany zegarkiem, zwolna w około swej osi się obraca. Ołówek rysuje więc na papierze powlekającym powierzchnie wałka *koło;* które jednak zamienia się w linię prostą gdy papier z wałka zdejmiemy i rozpościeleny. Pozostaje zaś podczas ruchu wozu, wałek w spokoju, to ołówek rysuje *linię prostą* idącą wzdłuż osi wałka. Podczas ruchu *wałka* i *wozu* powstaje przeto na papierze zdjętym z wałka, linia ukośna idąca zygzakiem. Ilość zygzaków przypadających na długość obwodu wałka wyraża ilość kilometrów przebytych w ciągu godziny, a więc chyżość jazdy w kilometrach na godzinę.

Zmyślną konstrukcyą odznacza się tachometr pana *Schiff* urzędnika austryackiej kolei Franciszka Józefa, projektowany w roku 1870.

Schiff umieszcza we wnętrzu wozu, aparat telegraficzny systemu *Morsée*. Zamiast klucza, którym się daje znaki na posuwającym się pasku, ustawia on na stole, małą tarczę, która zamyka tyle razy prąd elektryczny, ile razy sama się obróci w około swej osi. Na posuwającym się pasku aparatu telegraficznego, otrzymujemy więc tyle punktów, ile razy tarcza się obróciła. Pasek zaś, podzielono na przedziałki w ten sposób, że co 22 sekund, zjawia się na nim nowa przedziałka. Znajdę n. p. między dwoma po sobie następu-

jącemi przedziałkami 11 punktów, to wiem, że podczas 22 sekund obróciła się tarcza 11 razy. Na sekundę wykonała więc połowę jednego obrotu. Tarczę złączono z osią wozu w ten sposób, że na każde 7 obrotów koła wozowego, wypada jeden obrót tarczy. Skoro r oznacza promień koła wozowego w metrach, to wóz posunie się podczas jednorazowego obrotu koła, o 2 r π metrów, podczas 7 obrotów przebędzie więc pociąg drogę 14 r π metrów.

Jeden obrót tarczy, odpowiada więc drodze 14 π. r metrów, a ponieważ tarcza za każdym swym obrotem markuje za pomocą prądu elektrycznego, na posuwającym się pasku punkt, więc przedstawia odległość dwóch punktów od siebie, drogę wynoszącą 14. π r metrów.

Znajdę w jednej przedziałce posuwającego się paska n punktów, to wiem, że w czasie 22 sekund, przebył pociąg drogę n.14 r π metrów, w jednej sekundzie przeto, drogę $\frac{14\pi.r}{22}$.n metrów. Chyżość jazdy wynosi więc

$$c = \frac{14.r\pi}{22}.n$$

metrów. Posiada koło wozowe 1^m średnicy, promień jego wynosi więc $r = 0{\cdot}5^m$ to wypada, uwzględniając $\pi = 3{\cdot}14 = \frac{22}{7}$ z poprzedniego wyrazu

$$c = n$$

Ilość punktów, znajdujących się między dwoma sąsiedniemi przedziałkami, posuwającego się paska, wyraża więc bezpośrednio ilość metrów, które pociąg przebył w jednej sekundzie, *ilość punktów, daje więc chyżość jazdy w metrach na sekuudę.*

Aparat, jak go projektował *Schiff*, nie dawał jednak chyżości w metrach na sekundę, lecz wyrażał szybkość jazdy w milach na godzinę. Dlatego też obracała się tarcza, raz na 20 obrotów koła wozowego, a pasek podzielonym był tak, że dystans dwóch sąsiednich przedziałek, odpowiadał czasowi $^1/_2$ minuty.

Myśl pana *Schiff* znalazła w nowszym czasie naśladowca w panu *Petri*, którego tachometer odznacza się prostotą konstrukcyi i tem, że maszynista odczytywać może w odstępach czasu 30 sekund, chyżość pociągu który prowadzi, za pomocą metalowej skazówki, poruszającej się na metalowym, pionowo przed jego oczyma ustawionym łuku.

Tachometr ten, zaznacza co 15 sekund ilość obrotów koła, zrobionych w przeciągu tych 15 sekund, przez dalsze 15 sekund pozostaje nieruchomym i markuje po upływie następnych 15 sekund, znów ilość obrotów koła. Co 30 sekund można więc zrobić odczyt, i przekonać się, ile obrotów koło zrobiło w ciągu 15 sekund. Za każdym obrotem koła, posuwa się na łuku ustawionym przed oczyma maszynisty skazówka, a podziałka umieszczona na łuku, odczytywać dozwala ilość obrotów koła. Znając promień koła i ilość jego obrotów, oznaczamy drogę jaką pociąg przebył w ciągu 15 sekund, a dzieląc drogę tę, wyrażoną w metrach, przez 15, otrzymujemy drogę przebieżoną w sekundzie, czyli *chyżość* jazdy.

Ażeby oszczędzić wszelkie rachunki t. j. aby umożliwić bezpośrednie odczytywanie szybkości jazdy, urządza *Petri* tachometr swój w następujący sposób:

Wynosi promień koła wozowego r metrów, to obwód jego mierzy $2r\pi$ metrów, obraca się koło w ciągu 15 sekund n razy wokoło swej osi, to zrobi drogę:

$$S = 2r\pi . n$$

metrów, chyżość jazdy będzie przeto:

$$c = \frac{S}{15} = \frac{2\pi}{15} nr$$

metrów.

Wynosi średnica koła, metr, więc $r = 0{\cdot}5^m$ to będzie

$$c = \frac{n}{5}$$

a przeto:

$$n = 5 . c$$

porusza się pociąg szybkością 12^m na sekundę, to będzie $c = 12$, skutkiem czego wypadnie:

$$n = 60$$

co znaczy, że jadąc tak szybko, wykonuje koło wozowe w czasie 15 sekund 60 obrotów wokoło swej osi. Podczas tych 15 sekund przebiega wskazówka pewną drogę. Podzielimy drogę tę, na 12 części, to przedstawia każda taka cząstka tejże drogi, chyżość jednego metra (na sekundę) dwom cząstkom odpowiada chyżość 2^m, trzem, chyżość 3^m, 20 podziałkom, chyżość 20^m na sekundę itp.

Na początku jazdy stała wskazówka w punkcie 0, skoczy skazówka po upływie 15 sekund, na jakiś stryszek po-

działki, powiedzmy na stryszek 10, to wiemy, że chyżość jazdy wynosi 10 metrów na sekundę, przez parę sekund zatrzymuje się wskazówka na stryszku 10, później skoczy napowrót do punktu 0, a po upływie dalszych sekund skoczy na nowy stryszek np. na 12, co znaczy, że chyżość jazdy wzrosła do wartości 12 metrów na sekundę.

Tachometr inżyniera *Petri* używa austryacka kolej zachodnia, niemniej znaleść go można na państwowych kolejach w Bawaryi.

Do tachometrów, poruszanych za pomocą dźwigń, zaliczyć trzeba instrumenta spółki *Finkbein i Schaefer* (1877) *Samman i Weber* (1870), dalej znany, i w Niemczech wiele używany przyrząd pana *Holzt* (1857) odznaczający się wielką dokładnością swych dyagramów, a nareszcie tachometr inżyniera *Harkort* zbudowany w r. 1879.

Przyrządy uruchomiane odśrodkową siłą wirującej osi, polegają w tej myśli, że się ustawia na osi wozowej gatunek centrifugalnego regulatora, którego rozchodzące się kule poruszają pochwę, którą na tąże oś wsunięto, ruch tej pochwy wzdłuż przynależnej osi, służy zaś do poruszania wskazówki ustawionej przed maszynistą, lub też biegnącej wzdłuż wirującego walca powleczonego papierem.

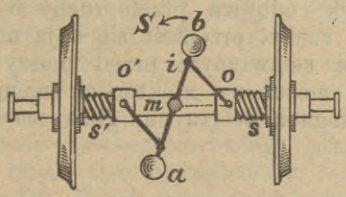
Do rzędu tych tachometrów zaliczamy instrument inspektora *Dato*, jakoteż przyrząd projektowany przez inżyniera *Ozimicza*.

Dato zbudował swój tachometr w r. 1875 w *Kassel*, a instrument jego, nazwany przez wynalazcę *Statmografem*, dozwala również, jak instrument inżyniera *Petri*, odczytywać maszyniście chyżość jazdy w każdej chwili. *Dato* łączy z kołem popędowem lokomotywy, metaliczną sztabkę w ten sposób, że z kołem odbywa jednaką ilość obrotów. Koła zazębione przenoszą ruch sztabki na pionowo ustawiony drążek, który obraca się znów tak szybko wokoło swej osi, jak koło popędowe. Na pionową oś wsunięto zwykły regulator odśrodkowy, jak go znaleść można przy każdej maszynie parowej, stale w miejscu ustawionej. Ramiona wirującego regulatora, podlegając sile odśrodkowej, wysuwają pochwę w górę w miarę chyżości jazdy, ruch ten pochwy przenosi *Dato* zmyślnie na wskazówkę ustawioną przed oczyma maszynisty.

Konstrukcya opisanego tachometru polega na dawniej już, przez inżyniera *Ozimicza* wypowiedzianej myśli który, jak się zdaje, projektował pierwszy, użycie regulatora czyli wachadła odśrodkowego, do pomiaru szybkości jazdy.

Osimicz umieszcza na osi wozowej drążek *ab* w ten sposób, że drążek wykonując swe obroty razem z osią wozu, obracać się może równocześnie w około własnej swej osi *m*, ustawionej pod kątem prostym do osi wozowej, tak więc, że drążek obracać się będzie w myśl strzałki *S* (w płaszczyznie papieru) podczas gdy oś wozowa zabierając ze sobą oś *m* regulatora, w zwykły sposób wiruje. Wir osi wozowej zradza we wachadle *a b* (na którego końcach umocowano stale kule *a* i *b*,) siłę odśrodkową, która to

Fig. 49.



siła stara się ustawić drążek tak, aby oś jego *ab*, zawierała kąt prosty z osią *oo* wozu: tj. aby kąt *b m o* miał 90°. Coś podobnego, siła ta sprawić jednak nigdy nie zdoła, gdyż pochwy *o* i o^1 suwające się na osi wozowej, wstrzymywane są do ramy wozu sprzężynami *s* i *s*, które tylko do pewnego stopnia na ruch pochwy zezwalają. Kąt *i m o* będzie tem większym, im silniej działa siła odśrodkowa, im spieszniej więc pociąg biegnie, wielkość tego kąta stać przeto będzie w proporcyi do chyżości jazdy. Zamiast kąt *i m o odczytywać*, można go *mierzać* posuwaniem się pochwy *o* wzdłuż osi wozowej, dla którego to pomiaru zaopatrzono pochwę w skazówkę, która będąc stale i nieruchomo na wozie osadzoną, odczytywać dozwala wielkość przesuwania się pochwy na osi. Zamiast *odczytywać* ruchy pochwy mierzące chyżość jazdy, urządzić można aparat w ten sposób, że ruchy te, automatycznie *wykreślać się* będą na papierze posuwanym przyrządem zegarkowym.

Czwarta i ostatnia kategoria tachometrów a mianowicie kategoria instrumentów poruszanych *powietrzem*, zastąpioną jest przez dwóch konstruktorów, a mianowicie panów *Lederhofer* (1874) i *Goebl* (1878). *Lederhofer*, maszynista austryackiej kolei państwowej, używa do poruszania skazówki uwidoczniającej szybkość jazdy, wiatru sprawionego wentylatorem osadzonym na wirującej osi.

Goebl, fabrykant maszyn w *Darmstadt*, łączy zaś z osią wozową pompę zgęszczającą powietrze, które służy do poruszania skazówki. W jaki zaś sposób ruch skazówki się odbywa, powziąść można z następującego opisu. Na lokomotywie, ustawia *Goebl* naczynie napełnione rtęcią w której zanurza się denkiem do góry, ustawiony kubek, wyrobiony ze żelaza, obciążony stosownie. Powietrze zawarte w kubku, odcina rtęć, a kubek wznosić lub opadać będzie, skoro w nim zawarte powietrze się zgęszcza lub rozrzedza. Pompa, uruchomiona wirem osi wozowej, poruszając się w miarę chyżości jazdy, zgęszczać będzie, powietrze więcej lub mocniej, przez co kubek z rtęci wychodzić, lub w niej zanurzać się musi. Kubek, odbywa przeto ruchy w miarę chyżości jazdy, które to ruchy, przenieść się dają na skazówkę, biegającą na łuku ustawionym przed maszynistą. Tachometr *Goebla* znaleść można na niektórych niemieckich kolejach jak np. na drogach żelaznych *Esslingen-Ulm i Esslingen-Bruchsal* i t. p.

10.

Tachometry niezależne od obrotu osi wozowej.

W poprzednim paragrafie opisano przyrządy mierzące szybkość jazdy, osadzone na maszynie lub na wozie. Przyrządy te, umożliwiają maszyniście odczytywać chyżość jazdy w każdej chwili lub oznaczać jej wielkość, siedzącemu we wozie. Do *ciągłego* uzytku przyrządy podobne, nie są jednak zbyt wygodne, gdyż komplikacya budowy, takiemu użytkowaniu stoi na zawadzie, dla tego też, nie znachodzimy na kolejach tachometrów, któreby znajdowały się stale przy pociągach, lecz używa się ich tylko w razach potrzeby tj, podczas doświadczeń, dla chwilowej kontroli i t. p. Przyrządy któreby umożliwiały *ciągłą kontrolę* jazdy, muszą z maszyny być usunięte, muszą funkcjonować niezależnie od pociągu, skutkiem czego ustawiać je trzeba poza pociągiem.

Przyrządy takie, zwane *Chronografami* znaleść można w Badeńskiem, jakoteż na kolejach Wirtembergskich w powszechnem używaniu.

W odległościach kilometra ustawiono wzdłuż toru klucze, przez które, gdy koło przejeżdża, wywołuje się prąd elektryczny, sprawiający markę na pasku posuwającym się

w aparacie ustawionym w biurze. Pasek zaś, posuwa się przyrządem zegarkowym, marki czyli punkta powstają tak samo jak punkta i kréski na paskach zwykłego telegrafu. Pasek podzielono na kréski, a bieg jego, urządzono tak, że odległości dwóch krések, odpowiada sekunda lub jakaś jej część. Ilość krések leżących między dwoma markami, uzyskanemi przejazdem przez klucze ustawione na torze w pewnym oddaleniu od siebie, wyraża więc czas, potrzebny do przejazdu tejże drogi. Przyrządy podobne, okazują się być skutecznemi tam, gdzie chodzi o dokładną kontrolę maszynisty, jak np. przy wjazdach do stacyi, na stromych spadkach, lub w miejscach chwilowo uszkodzonych.

Dyrekcya pruskich kolei, mająca swą siedzibę w *Elberfeld*, okazywała na paryskiej wystawie przyrządów elektrycznych (1881) instrument, służący do mierzenia chyżości pociągów biegnących w spadkach, który polegał na tej samej myśli, co przyrząd używany w 1869 na Austryackiej kolei Lwowsko-Czerniowieckiej przy próbach, przeprowadzonych tam, celem wyznaczenia oporu ruchu (dział lokomotywa §. 40). Pasek przyrządu kolei Elberfeld, biegł tylko nieco wolniej, bo przesuwał się tylko chyżością 4‰ na minutę, a klucze leżące wzdłuż toru, ustawiono tam nieco bliżej, jak na kolei Lwowsko-Czerniowieckiej.

Myśl przyrządu praktykowanego na kolei Lwowsko-Czerniowieckiej, zjawia się w roku 1872 po raz trzeci w formie instrumentu inżyniera *Hipp*. Po raz czwarty, znachodzimy ją w przyrządzie inżynierów *Loehr* próbowanym w roku 1879, na austryackiej kolei północnej. Wyjeżdżając ze stacyi *Pohl* w kierunku do stacyi *Weiskirchen*, przebywa się najsamprzód *wzniesienie* 4‰ ciągnące się aż do połowy drogi, po którym wzniesieniu następuje 100^m długa *pozioma*, do której dotyka *spadek* mający stromość 4‰ a ciągnący się aż do stacyi *Weiskirchen*. Maszynista dążąc ku Weiskirchen, spóźniwszy się nieco jadąc w górę, korzysta z nadarzającej się mu sposobności, przyspieszając jazdę na spadku. Chcąc go kontrolować, ustawiono wzdłuż owego spadku, szereg kluczy które chyżość jazdy zdradzają. Korzyść którą Chronograf tam przynosi, jest wielkiej wagi. Świadomość służby pociągowej, że najmniejsze nawet zboczenie, kontroli żadną miarą ujść nie może, oddziaływa bowiem więcej na porządek i punktualność służby, aniżeli wszelkie poszukiwania w drodze urzędowej.

Podczas konkursu hamulców w Anglii oznaczano w roku 1875, na kolei *Midland* chyżość jazdy, używając przyrządów elektrycznych.

Tam chodziło o oznaczanie chyżości jazdy w odstępach 244 metrowych (800 stóp angielskich) a prąd elektryczny powstały w chwili najazdu na przyrząd, ustawiony w punkcie odpowiednim, zatrzymywał zegar, ustawiony na stacyi podczas gdy drugi, obok niego znajdujący się zegar nienaruszenie szedł dalej. W chwili, gdy pociąg opuszczał, 244 metrową przestrzeń, puszczał w ruch prąd elektryczny zegar który dotąd stał. Różnica czasu jaką wskazywały obydwa, obok siebie umieszczone zegary, przedstawiała więc czas użyty do przebycia owej 244 metrowej drogi., W podobny sposób wykonano tam 333 pomiarów.

Kto jednak wie z jaką trudnością utrzymywać się dają prądy pochodzące z bateryi, ten pewnie przyklaśnie propozycyi pana *Hochman* w *Kassel* (1874) używania prądów *wzbudzonych*. Pomiędzy czołami dwóch, do jednego i tego samego toku należących, po sobie następujących szyn, a więc w tak zwanym *luzie*, ustawia *Hochman* sztabkę magnesową w ten sposób, że najeżdżające koło wozu, wciska ją w cewkę opatrzoną zwojem miedzianego drutu który odziergano jedwabiem. Po przejściu koła, wyciska sprężynka magnes w górę a ruch ten, z góry na dół i odwrotnie, powtarzający się za każdym przejazdem koła, rozbudza w cewce prąd elektryczny, który użyć można w opisany już sposób do pomiaru chyżości jazdy.

Przyrząd działający niezawiśle od elektryki, zbudował w roku 1876 *Politzer*, starszy inżynier austryackiej kolei państwowej. *Politzer* ustawia na obydwóch końcach linii, na której szybkość jazdy ma być mierzoną, odrębne i niezależne od siebie instrumenta. Każdy z nich, jest to zegarek obracający papierową tarczę ze znaną szybkością. W pobliżu tarczy osadzono igiełkę w ten sposób, że w chwili, gdy pociąg dojeżdża do tego punktu, w którym tarczę ustawiono, igiełka wbija się w papierową tarczę, i przekłuwając ją napowrót wyskakuje. Przybywa pociąg do drugiej, w pewnem oddaleniu od pierwszej, ustawionej tarczy, to igiełka, przekłuwając tarczę, markuje chwilę, w której pociąg ją mijał.

Znając szybkość obrotów obydwu, niezależnie od siebie obracających się tarcz, oznaczyć można z wielką dokładnością czas, jaki pociąg potrzebował do przebycia przestrzeni między obydwoma przyrządami. Iloraz znanej drogi przez odczytany czas, daje zaś szukaną chyżość jazdy.

11.

Szacowanie szybkości jazdy, siedząc we wozie za pomocą zwykłego zegarka.

Skoro nie chodzi o dokładne mierzanie szybkości jazdy, lecz tylko o zrobienie sobie obrazka w przybliżeniu, to wystarczy liczyć wybuchy pary przez dmuchawkę, gdyż na jeden obrót koła, wypadają dwa wybuchy (dział lokomotywa §. 12). Znając promień koła popędowego, oznaczyć przeto można drogę pociągu odpowiadającą jednemu obrotowi tegoż koła, lub jednemu uderzeniu pary do komina. Maszyniści, mając w tej mierze wprawne ucho, oznaczają tym sposobem chyżość jazdy, z dokładnością, która wprowadza w zdumienie. Licząc słupki miernicze ustawione wzdłuż każdej kolei, zwane hektometrami, oznaczyć można chyżość jazdy, daleko dokładniej. Słupki lub kamienie miernicze, ustawione bywają w odległościach 100^m od siebie (z tąd nazwa: znaki hektometrowe). Przebiega pociąg **m** mil austryackich, a więc $7{\cdot}5 \times \mathbf{m}$ kilometrów, na godzinę lub $7500 \times \mathbf{m}$ w 3600 sekundach, to potrzebuje do przebycia drogi 100^m czasu:

$$\frac{3600 \times 100}{7500 \times \mathbf{m}} = \frac{48}{\mathrm{m}}$$

sekund, wyraża **n**, czas w sekundach który, licząc na zegarku, pociąg potrzebował do przejazdu przestrzeni dzielącej od siebie dwa sąsiednie hektometry, to będzie:

$$\mathrm{n} = \frac{48}{\mathrm{m}}$$

a przeto:

$$\mathbf{m} = \frac{48}{\mathbf{n}} \qquad \text{II)}$$

wzór do obliczenia chyżości jazdy, w milach na godzinę.

Chcąc więc oznaczyć szybkość jazdy, nie potrzebujemy nic więcej, jak tylko liczyć na zegarku sekundy, potrzebne do przebycia hektometru, i podzielić przez ich ilość, liczbę 48. Iloraz, otrzymany tym sposobem wyraża chyżość jazdy w milach na godzinę.

Przypuściwszy że pociąg potrzebuje 12 sekund do jazdy od jednego hektometra do drugiego, to chyżość biegu jego wynosi w takim razie $\frac{48}{12} = 4$ mil na godzinę.

Nie chcemy oznaczać szybkość jazdy w milach, lecz mierzyć ją zamyślamy w kilometrach, to zważyć trzeba, że mila ma 7·5 kilometrów, przezco zwiększyć wypada iloraz powyższy, 7·5 razy; a ponieważ $48 \times 7{\cdot}5 = 360$, więc obliczamy chyżość jazdy wyrażoną w kilometrach na godzinę, wzorem:

$$v = \frac{360}{n} \quad \ldots \qquad 12)$$

w którym oznacza:

v... chyżość jazdy w kilometrach na godzinę
n... Ilość sekund potrzebnych do przebycia 100 metrowej drogi.

Chcemy zaś chyżość jazdy znać w metrach na sekundę, to użyć trzeba do obliczenia chyżości, wzoru:

$$c = \frac{100}{n} \quad \ldots \qquad 13)$$

w którym oznacza:

c... chyżość jazdy w metrach na sekundę.
n... ilość sekund którą pociąg potrzebuje do przebycia drogi 100^m

Potrzebował pociąg do przebycia hektometra drogi, 10 sekund to chyżość jazdy wynosiła $c = \frac{100}{10} = 10$ metrów na sekundę.

Jeżeli liczyć można uderzenia powstające na składach szyn, to z ilości tych uderzeń, oznaczyć się daje, chyżość jazdy w sposób następujący:

W takim razie rozchodzi się o odpowiedź jak długo (ile sekund) liczyć trzeba uderzenia, aby liczba naliczonych uderzeń, wyrażała chyżość jazdy, w metrach na sekundę. Liczymy uderzenia przez x sekund, a przebiega pociąg w sekundzie c^m to zrobił podczas liczenia, drogę cx metrów, wynosi długość szyny s^m to przebyto podczas liczenia

$\frac{cx}{s}$ szyn, a więc tyleż uderzeń. Wyraża n liczbę uderzeń to mamy

$$\frac{cx}{s} = n$$

ponieważ, z powodu założenia naszego, być musi n = c, więc otrzymamy z powyższego wzoru:

$$X = S \quad . \; . \; . \qquad 14)$$

co znaczy: że liczyć trzeba uderzenia przez tyle sekund, ile metrów szyna ma długości, a ilość uderzeń naliczonych w owym czasie, wyrażać będzie chyżość jazdy w metrach na sekundę.

Ze względu na to, że szyny są krótkie, że więc często po sobie następujące uderzenia przez krótki tylko czas liczyć można, przez co niedokładności się wkradają, nie będziemy liczyć tyle sekund ile szyna ma metrów, lecz 10 razy dłużej, otrzymamy przeto chyżość 10 razy większą jak jest w rzeczywistości.

Na kolei mającej szyny po 6·5 metrów długości, liczymy przeto przez 6·5 × 10 = 65 sekund, gdyby podczas tego czasu, naliczono 80 uderzeń, to wynosi dziesięcioraka chyżość jazdy, 80^m. Prawdziwa przeto, 8^m na sekundę. Gdyby naliczono 100 uderzeń, wynosiłaby chyżość jazdy 10^m na sekundę.

Porównając powyższe chyżości między sobą, otrzymujemy;

$$m : v : c = 48 : 360 : 100$$

lub:

$$m : v : c = 12 : 90 : 25$$

jakoteż:

$$c = {}^5/_{18} v \quad . \; . \; . \qquad 15)$$

tutaj oznacza:

c... chyżość jazdy, w metrach na sekundę
v... szybkość jazdy, w kilometrach na godzinę.

12.

Związek zachodzący między pracą lokomotywy, a chyżością jazdy.

Jedną z największych zdobyczy teoretycznej mechaniki, na którą składały się wieki, jest to twierdzenie, że mechaniczna praca wyrazić daje w dwojaki sposób, a mianowicie: iloczynem siły i drogi, jakoteż półkwadratem chyżości.

Przebiega ciało mające jednostkę masy, w czasie **dt**, drogę **ds**, to porusza się przeciętną chyżością

$$v = \frac{ds}{dt}$$

zmienia się chyżość podczas drogi tak, że po upływie czasu **dt** zmieni się o **dv**, to wyniesie zmiana chyżości, odpowiadająca jednostce czasu:

$$\left(\frac{dv}{dt}\right)$$

a zmianę tę, uważać trzeba jako miarę siły sprawiającej ową zmianę. Wyrażając siłę tę przez **p**, będzie:

$$p = \frac{dv}{dt}$$

Łącząc obydwa wyrazy ze sobą, otrzymujemy równanie

$$p.ds = v.dv$$

które, całkując w granicach **v** i **c**, prowadzi do wzoru:

$$p.s = \frac{v^2 - c^2}{2} \qquad 16)$$

wyrażającego w znakach to samo, co na wstępie słowami wypowiedziano.

Nie zapominać trzeba, że w tym wzorze oznacza **p** siłę odnoszącą się do *jednostki masy*, a więc to, co mechanika nazywa *przyspieszeniem* (opóźnieniem), **c** chyżość w chwili rozpoczęcia działania siły, **v** zaś chyżość w chwili, w której siła działać przestała. Ponieważ na ciało działać mogą tak

dobrze siły, które ruch jego zwiększają, jakoteż siły, które go zmniejszają, więc ciało stoi podczas ruchu swego, pod wpływem siły poruszającej, która się równa *różnicy* owych sił. Wynoszą siły ruch zwiększające, czyli siły ruch *utrzymujące*, na tonnę toczącego się ciężaru u kilogramów, siły zaś ruch zmniejszające, a więc siły ruch *trawiące*, t kilogramów, również na tonnę ciężaru, to wynosi siła poruszająca, (u — t) kilogramów na każdą tonnę toczącego się wozu.

Masa odpowiadająca ciężarowi jednej tonny, wynosi (§ 38 lokomotywa) 102 kilogramów; na jednostkę masy wypadnie przeto:

$$\left(\frac{u - t}{102}\right)$$

kilogramów siły poruszającej, mamy więc:

$$p = \frac{u - t}{102}$$

wstawiając tę wartość we wzór numer 16, otrzymujemy:

$$(u - t)\, s = 5l\, (v^2 - c^2) \qquad 17)$$

wzór, określający *prawo ruchu* pociągów.

W tym wzorze wyraża:

u... sumę sił ruch utrzymujących, wyrażoną w kilogramach, a odnoszącą się do tonny ciężaru poruszanego.

t... sumę sił ruch trawiących, wyrażoną w kilogramach, a odnoszącą się do tonny ciężaru poruszanego.

c... chyżość w metrach na sekundę, w chwili rozpoczęcia działania sił, pod wpływem których toczący się pociąg pozostaje.

v... chyżość w metrach na sekundę, w chwili zakończenia działania sił, pod wpływem których pociąg się toczył.

s... drogę w metrach, którą pociąg przebył, podczas działania siły poruszającej.

Przykład I.

W kierunku spadku, mającego stromość 16$^0/_{00}$ rozpoczyna wóz, toczący się w dół, bieg swój chyżością zero; zachodzi pytanie, jaką chyżość uzyska po przebyciu drogi 45 metrów?

Chyżość w chwili rozpoczęcia działania sił, pod wpływem, których pociąg się toczy, wynosi zero, przy końcu obserwacyi, chyżość wzróść ma do wartości v^m, mamy więc $c = o$

Siła ruch *utrzymująca*, jest to owa składowa ciężaru wozu, która działając równolegle ze szyną, spycha go w kierunku spadku, a ponieważ siła ta, wynosi tyle kilogramów, ile stromość spadku ma milimetrów, więc wyniesie 16 kilogramów na tonnę ciężaru wozu.

Oprócz tej siły, nie działa na wóz żadna inna siła, któraby go w dół spychała, gdyż wóz toczy się wolno. Suma wszystkich sił ruch *utrzymujących*, wynosi zatem 16 kilogramów, mamy przeto $u = 16$.

W kierunku odwrotnym od biegu wozu, działa opór, wynoszący $\left(4 + \frac{v^2}{150}\right)$ kilogramów na tonnę ciężaru wozu, a ponieważ wóz toczy się wolno, więc niema innej siły, któraby ruch jego wstrzymywała, co znaczy, że suma sił ruch *trawiących*, wynosi na tonnę ciężasu:

$$t = \left(4 + \frac{v^2}{150}\right)$$

kilogramów.

Wstawiając we wzór numer 17.

$$c = o,\ u = 16,\ s = 45,\ t = \left(4 + \frac{v^2}{150}\right)$$

otrzymujemy:

$$v = 10^m$$

co znaczy, że wóz biegnący w kierunku spadku mającego stromość $16^0/_{00}$ uzyska po przebyciu drogi 45^m, chyżość 10^m, pomimo że przy rozpoczęciu drogi posiadał chyżość zero.

Przykład 2.

Wóz, rozpoczynając bieg swój, w kierunku spadku leżącego w linii prostej, chyżością 5^m na sekundę, podwaja swą chyżość, po przebyciu drogi 153^m. Zachodzi pytanie, jak stromym był ów spadek?

Chyżość przy rozpoczęciu biegu wynosi 5^m, przy zakończeniu zaś $2 \times 5 = 10^m$, mamy przeto $c = 5$, $v = 10$, a ponieważ $s = 153^m$, więc mamy, ze względu na wzór podany pod numerem 17:

$$(u - t)\ 153 = 51\ (10^2 - 5^2)$$

zkąd wypada:

$$(u - t) = 25$$

Siła ruch *utrzymująca,* wynosi tyle kilogramów na tonnę ciężaru wozu, ile stromość spadku ma milimetrów, dla spadku m $^0/_{00}$ będzie przeto u = m.

Siła zaś ruch *trawiąca,* jest to opór jednostkowy wynoszący:

$$4 + \frac{10^2 + 5^2 + 5 \times 10}{150} = 5$$

kilogramów, na tonnę ciężaru wozu, mamy przeto: t = 5, uwzględniając to, będzie:

$$m - 5 = 25$$

zkąd:

$$m = 30^0/_{00}$$

co znaczy, że chcąc aby wóz, biegnący z góry na dół, podwoił chyżość swą, już po przebyciu drogi 153^m, toczyć się musi po spadku, mającym, $30^0/_{00}$ stromości.

Przykład 3.

Chyżość wozu, biegnącego w kierunku spadku mającego $25^0/_{00}$ stromości, wzrosła w chwili gdy rozpoczęto hamować do wartości 15^m. Pod supozycyą, że hamowaniem sprawiono opór wynoszący na tonnę ciężaru toczącego się wozu, 105 kilogramów, zachodzi pytanie, na jak wielkiej przestrzeni, wóz ten zatrzymać będzie można?

Ponieważ wóz ma *stanąć,* więc wynosi chyżość przy zakończeniu biegu, v = o, chyżość zaś przy rozpoczęciu hamowania, c = 15.

Siła którą wóz w dół ciągnie, wynosi na tonnę jego ciężaru tyle kilogramów, ile milimetrów stromość spadku mierzy, a więc 25 kilogramów, a ponieważ oprócz tej siły, niema żadnej innej któraby podczas całego biegu nieustannie na wóz działała przyspieszając jego bieg, więc wynosi suma sił, ruch *utrzymujących* 25 kilogramów, mamy przeto u = 25.

Bieg wozu w kierunku spadku utrudniają hamulce i opór naturalny, hamulce sprawiają opór wynoszący 105 kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, opór naturalny, wynosi zaś $4 + \frac{15^2}{150} = 5{\cdot}5$ kilogramów, suma sił ruch *trawiących,* wynosi przeto:

$$t = 105 + 5{\cdot}5 = 110{\cdot}5$$

kilogramów, na tonnę ciężaru wozu.

Wstawiając we wzór numer 17:

v = o, c = 15, u = 25, t = 110·5, otrzymujemy:

$$-85{\cdot}5 \times s = -11475$$

zkąd wypada:

$$s = 134{\cdot}2^m$$

co znaczy, że wóz ten, zatrzymać będzie można hamowaniem, już po przebyciu drogi 134·2 metrów.

Przykład 4.

Lokomotywa wydająca 6000 kilogramów siły przewozowej, wyprowadzić ma pociąg ważący 300 tonn, do szczytu góry, mającej 15‰ stromości, a 1350^m długości. Pod supozycyą że maszyna pracuje całą siłą pary, zachodzi pytanie, jaką chyżością dobiegnie pociąg do szczytu góry? Maszyna, rozpoczynając bieg swój w górę, zwiększać będzie chyżość swą w miarę rozwoju pary i oporu, który ma do zwalczania, tak więc, że przy końcu biegu, tj. w chwili dotarcia do szczytu, chyżość która przy rozpoczęciu biegu, równała się zeru, wzrośnie do wartości v metrów. Mamy przeto c = o.

Siła, skutkiem której pociąg biegnie w górę, wynosi w całości 6000 kilogramów; na tonnę ciężaru pociągu wypada przeto $\frac{6000}{300} = 20$ kilogramów, a ponieważ oprócz niej, niema żadnej innej siły, któraby przyczyniała się do zwiększania ruchu w kierunku wzniesienia, więc wynosi suma sił, ruch *utrzymujących* u = 20 kilogramów.

Siły, które ruch w górę *utrudniają*, są zaś i opór i stromość wzniesienia, mamy więc:

$$t = \left(4 + \frac{v^2}{150}\right) + 15$$

uwzględniając, że s = 1350, otrzymujemy ze wzoru 17:

$$v = 4{\cdot}7^m$$

co znaczy, że chyżość jazdy w kierunku wzniesienia, wzrastać będzie w ten sposób, że po przebyciu drogi 1350^m, wzrośnie z początkowej wartości zero, do wartości 4·7 metrów na sekundę.

13.

Rozpędzanie się pociągów.

Zbliżając się do pagórka, stangret z bicza strzela, gdyż wie, że napędzając konie, łatwiej wyjedzie w górę. Podobnie i lokomotywa, gdyby rozpocząć miała jazdę w górę, ruszając

z miejsca, a więc chyżością zero, z trudnością może stromość wzniesienia by przebyła, przybywa zaś do stóp wzniesienia pewną, jeszcze na równi uzyskaną chyżością, to praca nagromadzona w pociągu, odpowiadająca owej chyżości, zużywając się podczas jazdy przez górę, przebycie jej ułatwia.

Siłę rozpędu wyzyskać można jadąc pod górę w ten sposób, że się nie rozpoczyna jazdy w kierunku wzniesienia chyżością zero, lecz tą chyżością, którą pociąg posiada przybiegając do stóp góry, w takim razie działa bowiem nietylko para, ale nadto także i rozpęd, wysuwając pociąg w górę.

Że zaś istnieć mogą wzniesienia, które lokomotywa nie rozpędzając się, wcale przebyćby nie mogła, powziąć można już z tej okoliczności, że skoro opór przewyższa siłę przewozową, jazda w górę niemożliwą się staje.

Prowadzi np. lokomotywa wydając 4000 kilogramów siły przewozowej, po równi pociąg ważący 500 tonn, to go w kierunku wzniesienia mającego 12‰ stromości, poprowadzić nie zdoła, skoro jazda w górę rozpocząć się ma chyżością zero. Na tonnę ciężaru pociągu wypada bowiem $\frac{4000}{500} = 8$ kilogramów siły przewozowej. Ponieważ możebnie najmniejszy opór na linii poziomej wynosi 4 kilogramy na tonnę ciężaru pociągu, więc widzimy, że na linii poziomej, maszyna pociąg swój bardzo dobrze prowadzić może, bo siła jej przewozowa, przewyższa opór dwa razy. W chwili zaś, w której maszyna wstępuje na wzniesienie, zwiększa się dawny opór o 12 kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, wynosi więc w całości 16 kilogramów. Ponieważ teraz, opór przewyższa dwa razy siłę przewozową, więc maszyna nie ruszy z miejsca. Chcąc aby maszyna pociąg przez wzniesienie przeprowadziła musi ona rozpędzić się na poziomej tak, aby siła rozpędu wspólnie ze siłą przewozową, większe były od oporu, wynosiły więc więcej niż 16 kilogramów.

Najmniejsza chyżość, jaką maszyna przybyć musi do *stóp* wzniesienia, winna być zawsze większą od tej chyżości, którą pociąg dobiedz ma do *szczytu* wzniesienia, bo tylko w takim razie wyda wzór numer 17 za s liczbę dodatnią, skoro opór większym jest od siły przewozowej.

Ponieważ w takim razie jest $t > u$, $c > v$ więc nabiera wzór numer 17 kształtu

$$(t - u)\, s = 51\, (c^2 - v^2)$$

wykazującego, że długość wzniesienia, t. j. liczba s, będzie miała wartość dodatnią.

Zważywszy, że siła ruch trawiąca jest *oporem*, siła zaś ruch utrzymująca, siłą *przewozową*, więc będzie, skoro wyraża o opór jednostkowy, σ jednostkową siłę przewozu, pisać można w miejsce t i u, owe znaki o i σ, a otrzymamy w takim razie:

$$(o - \sigma)\, s = 5l\, (c^2 - v^2) \ldots \qquad 18)$$

wzór uwidoczniający prawo ruchu *rozpędzającej się* lokomotywy, tutaj wyraża:

o... opór jednostkowy w kierunku wzniesienia, w kilogramach na tonnę ciężaru pociągu.

σ... jednostkową siłę przewozu, mierzoną w kilogramach, a odnoszącą się do ciężaru jednej tonny pociągu.

c... chyżość jazdy w metrach na sekundę, przy rozpoczęciu biegu.

v... chyżość w metrach na sekundę, przy zakończeniu ruchu.

s... długość drogi na wzniesieniu, mierzoną w metrach.

Chcemy się więc przekonać, czy maszyna przebyć zdoła pewne wzniesienie, zważyć przed wszystkiem trzeba, czy opór ruchu na wzniesieniu, jest mniejszym od siły przewozowej, jeżeli tak jest, mamy pewność, że maszyna nie rozpędzając się wcale, wzniesienie przebędzie.

Jest zaś opór na wzniesieniu większym od siły przewozowej, to maszyna nie rozpędzając się, wzniesienia przebyć nie może. Chcąc aby wyjechała w górę, przybyć musi do stóp wzniesienia większą chyżością, aniżeli jest ta, którą posiadać ma w chwili dojazdu do szczytu góry. Przybywa do stóp góry mniejszą chyżością, to i rozpęd nie pomoże, w takim razie maszyna wzniesienia nie przebędzie.

Pod supozycyą, że opór na wzniesieniu jest większym od siły przewozowej, jakoteż że chyżość, którą maszyna rozpoczyna bieg swój w kierunku wzniesienia, jest większą od chyżości, którą przybywa do szczytu wzniesienia, otrzymujemy ze wzoru numer 18, wzór:

$$s = \frac{5l\, (c^2 - v^2)}{o - \sigma} \qquad 19)$$

służący do obliczania długości wzniesienia, jakie pod takiemi warunkami przebyć można.

Przykład.

Między dwiema sąsiedniemi stacyami, następuje po linii poziomej i prostej; 765^m długa góra, wznosząca się 14^{mm} na metr poziomej odległości, Przez górę tą prowadzi kolej łukiem, który zatoczono promieniem 706^m. Pociągi ważąc po 250 tonn (włącznie z ciężarem lokomotywy) mają górę tę przebywać. Zachodzi pytanie czy lokomotywa jadąc chyżością:

$2{\cdot}9^m$ na sekundę, wydając siły 4000
$7{\cdot}64$ „ „ „ 3750

kilogramów, przeprowadzić zdoła owe pociągi przez górę; tak, aby do jej szczytu przybywały chyżością 5^m na sekundę?

Rozwiązanie.

Gdyby maszyna rozpoczynać miała jazdę w górę, chyżością zero, a uzyskać chciała u szczytu wzniesienia, chyżość 5^m na sekundę, to biedzby musiała pod górę, przeciętną chyżością:.

$$\left(\frac{5}{\sqrt{3}}\right) = 2{\cdot}9^m$$

na sekundę, opór któryby w takim razie zwalczać miała wynosiłby:

$$4 + 14 + \frac{600}{706} + \frac{2{\cdot}9^2}{50} = 19$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, ponieważ maszyna biegnąc tą chyżością, wydaje 4000 kilogramów siły przewozowej, z której na tonnę ciężaru wypada:

$$\frac{4000}{250} = 16$$

kilogramów; więc widzimy, że opór przewyższa siłę przewozową.

Chcąc się przekonać, czy pomimoto maszyna na wzniesienie wyjdzie, zważyć trzeba, że chyżość rozpędu większą być musi od chyżości końcowej.

Maszyna nie rozpędzając się, rozpoczyna bieg swój w górę, chyżością zero, chyżość rozpędu wynosi więc $c = 0$, a ponieważ maszyna przybyć ma do szczytu góry, chyżością 5^m; więc wynosi chyżość końcowa: $v = 5$; ponieważ c nie jest większe v od ; więc maszyna, wzniesienia nie przebędzie.

Chcąc przebyć wzniesienie, maszyna *rozpędzić się* musi, a chyżość rozpędu większą być musi od chyżości 5^m, bo inaczej, pomimo rozpędu, maszyna do góry nie wyjedzie.

Rozpędza się lokomotywa tak, że przybywa do stóp wzniesienia, chyżością 10^m na sekundę, to pobiegnie po wzniesieniu przeciętną chyżością:

$$\sqrt{\frac{10^2 + 5 \times 10 + 5^2}{3}} = 7{\cdot}64^m$$

ponieważ tej chyżości odpowiada, jak to już na wstępie wskazano, siła przewozowa 3750 kilogramów, więc wypada na tonnę ciężaru:

$$\sigma = \frac{3750}{250} = 15$$

kilogramów siły przewozowej.

Opór, który maszyna zwalczać musi, jadąc chyżością $7{\cdot}64^m$ na sekundę, wynosi zaś:

$$4 + 14 + \frac{600}{706} + \frac{(7{\cdot}64)^2}{50} = 20$$

kilogramów, przewyższa więc znacznie siłę przewozową. Maszyna pomimo to, dotrze jednak do szczytu wzniesienia, bo chyżość przy rozpoczęciu jazdy jest większą od chyżości końcowej. Ma lokomotywa przybyć do szczytu wzniesienia, chyżością 5^m na sekundę, to wzniesienie nie śmie być dłuższem jak

$$\frac{51\,(10^2 - 5^2)}{20 - 15} = 765^m$$

że maszyna przez owe wzniesienie przebyćby nie mogła, gdyby się nie rozpędzała, przekonuje nas wzór, podany pod numerem 17, wstawiając tam:

$$u = 16, \quad t = 19, \quad v = 5, \quad c = O,$$

otrzymujemy bowiem za S wartość *ujemną*, wstawiając zaś tam

$$u = 15, \quad t = 20, \quad v = 5, \quad c = 10,$$

wypada za S, wartość *dodatnia*, a mianowicie wartość 765^m.

14.

Jazda w łukach.

Chwila w której pociąg wjeżdża w łuk, zdradza się nawet siedzącemu we wozie. Pociąg wjeżdżając w krzywiznę, zwalnia bowiem swój bieg, lub maszyna silniej pracować

poczyna. Opór w łuku, będąc większym od oporu w prostej, utrudnia jazdę, pochłaniając pewną część siły przewozowej, któryto ubytek właśnie odczuwać się daje.

Łuki są w pewnym względzie gorsze od wzniesień, albowiem zwiększają opór w *obydwu kierunkach* jazdy, podczas gdy wzniesienia, w *jednym tylko* kierunku opór zwiększają, zamieniają się bowiem na spadki, skoro się jedzie w kierunku odwrotnym.

Tak się rzecz ma, co się tyczy łuków leżących poziomo. W łukach, leżących w pochyłościach, zmienia się rzecz o tyle, że tylko łuki leżące na wzniesieniu jazdę utrudniają, łuki zaś znajdujące się w spadkach, działając podobnie do hamulców, przyczyniają się do łagodzenia szybkości biegu.

W dziale lokomotywa § 48 wykazano, że łuk zatoczony promieniem R metrów, zwiększa opór jednostkowy o wartość

$$\left(\frac{600}{R}\right)$$

kilogramów. Każda tonna ciężaru prowadzonego w łuku, zwalczać więc musi opór większy o $\left(\frac{600}{R}\right)$ kilogramów od tego oporu, który zwalczać miała, jak długo biegła w liniach prostych. Wynika ztąd, że każdy łuk uważać można jako *wzniesienie* leżące w prostej, mające stromość

$$\left(\frac{600}{R}\right)$$

milimetrów.

Łuk leżący na *wzniesieniu* mającem $m^0/_{00}$ stromości, zwiększa więc stromość tegoż wzniesienia o $\left(\frac{600}{R}\right)^0/_{00}$, tak więc, że wzniesienie mające stromości $m^0/_{00}$, leżące w łuku zatoczonym promieniem R metrów, uważać można jako *wzniesienie* proste, mające stromość

$$\left(m + \frac{600}{R}\right)^0/_{00}$$

Łuk zaś leżący w *spadku* mającym stromości $m^0/_{00}$ ułagadza stromość tegoż spadku o wartość $\left(\frac{600}{R}\right)^0/_{00}$, tak więc, że spadek mający stromość $m^0/_{00}$ leżący w łuku zatoczonym

promieniem R metrów, uważać można jako *spadek prosty*, mający stromość

$$\left(m - \frac{600}{R}\right) \%_{00}$$

Widzimy więc, a wykazano już w dziale lokomotywa § 49, że łuki rugować można z rachunku, zamieniając je na równoważne im pochyłości, leżące w liniach prostych. Wzory umożliwiające taką zamianę są zaś:

$$\left.\begin{aligned} m^1 &= \left(m + \frac{600}{R}\right) \\ m^1 &= \left(m - \frac{600}{R}\right) \end{aligned}\right\} \ldots \qquad 20)$$

z których pierwszy, odnosi się do *wzniesień*, drugi zaś do *spadków*, a wyraża w nich:

m^1... stromość pochyłości, wyrównaną.
m... stromość pochyłości rzeczywistą.
R... promień łuku, w metrach.

Za pomocą wzorów podanych pod numerem 20, zamieniać można łuki na równoważne im linie proste, z tego jednak wcale nie wynika, że uczyniwszy to, łuków więcej już uwzględniać nie trzeba.

Gdyby łuki nie wpływały w inny sposób na ruch pociągu, jak tylko zwiększaniem oporu, to przeobraziwszy je na równoważne im linie proste, więcej uwzględniaćby ich nie trzeba, tak jednak nie jest, albowiem łuki nietylko że zwiększają opór, ale wymagają nadto, aby je przebywano właśnie tylko tą chyżością, dla której budując kolej, je obliczono.

Wykazano już w dziale „tor“ § 20, wzór numer 20, że wywyższenie toku zewnętrznego po nad tok wewnętrzny, należący do tego samego toru, jest funkcyą chyżości jazdy. Ponieważ na kolei pociągi kursują rozmaicie szybko, wywyższenie łuku zaś, zmieniać nie można w miarę szybkości jazdy, więc chcąc jechać bezpiecznie, nie można łuk przejeżdżać spieszniej, jak budowa jego dozwala.

Ponieważ ustawa obowiązująca koleje austryackie, nie dozwala łuków mocniej wywyższać jak $100^{m}/_{m}$ czyli $0{\cdot}1^{m}$,

prawidłowa szerokość toru, wynosi zaś $1{\cdot}435^m$, $g = 9{\cdot}81^m$, więc wstawiając te wartości we wzór:

$$w = \frac{c^2.s}{R.g}$$

(wzór numer 20, § 24, dział „tor"), otrzymamy jako możebnie największą chyżość, którą łuki jeszcze przejeżdżać można:

$$c_{max} = \sqrt{0{\cdot}7.R} \qquad 21)$$

w którymto wzorze wyraża:

c... możebnie największą chyżość, którą przejeżdżać można łuk zatoczony promieniem **R** metrów, wyrażaną w metrach na sekundę.

R... promień łuku, mierzony w metrach.

Łuk zatoczony promieniem:

700^m	przejeżdżaćby	można	chyżością	22^m
600	„	„	„	20
500	„	„	„	19
400	„	„	„	17
300	„	„	„	14
200	„	„	„	12

na sekundę.

Widzimy więc, że łuków ostrych, spieszniej jak chyżością 12^m na sekundę, przejeżdżać nie można. Uważamy chyżość 22^m jako możliwie największą chyżość, na jaką w łukach jeszcze zezwolić można, to przejeżdżać można tą chyżością tylko takie łuki, które zatoczono promieniem, co najmniej 700^m, łuki ostrzejsze, np. łuki zatoczone promieniem 600^m nie wolno spieszniej przejeżdżać jak chyżością 20^m, a więc chyżością wynoszącą $\frac{20}{22} = 0{\cdot}91$ maksymalnej chyżości. Łuki zatoczone promieniem 400^m przebywać można w najlepszym razie już tylko chyżością, wynoszącą $\frac{17}{22} = 0{\cdot}78$, łuki zatoczone promieniem 300^m, chyżością $\frac{14}{22} = 0{\cdot}64$, a

łuki zatoczone promieniem 200^m, chyżością, wynoszącą tylko $\frac{12}{22} = 0{\cdot}55$ maksymalnej chyżości.

Scheffler, niemiecki radca budowy, nie dozwala nawet tych chyżości, przyjmuje on bowiem, że maksymalnej chyżości nie można dozwalać w łukach zatoczonych promieniem 700^m lecz w łukach daleko łagodniejszych, a mianowicie w łukach mających promień 1000^m, dla łuków zakrzywionych promieniem 700^m, dozwala on tylko 0·874 maksymalnej chyżości, skoro ta wynosi 22^m, zaś 0·962 chyżości, skoro ona wynosi 16^m na sekundę.

Scheffler rozróżnia bowiem dwojakie pociągi, a mianowicie: pociągi, które nie biegną spieszniej, jak chyżością 16^m na sekundę (60 kilometrów na godzinę) i któreto pociągi zowie pociągami osobowemi, jakoteż pociągi spieszniejsze, które zowie pociągami pospiesznemi.

Dla obydwóch kategoryi pociągów przytacza on, osobne współczynniki, tak np. wynosi współczynnik łuku zatoczonego promieniem 700^m, dla pociągów:

osobowych . .	0·962
pospiesznych . .	0·874

Tabelka *A.* umieszczona na stronnicy 293 zawiera współczynniki *Schefflera* podane na zgromadzeniach techników w *Harzburg* i *Eisenach,* któreto zgromadzenia odbyły się w latach 1877 i 1878.

Łuki zatoczone promieniem 1000^m, jakoteż łuki mające większy promień, przejeżdżać więc można tak spiesznie, jak linie proste, łuki tak łagodnej krzywizny, nie sprawiają więc pociągom żadnych trudności, w łukach zaś, zatoczonych promieniem 600^m dozwolić można pociągom

osobowym . .	chyżość wynoszącą 0·930
pospiesznym . .	chyżość wynoszącą 0·821

chyżości maksymalnej przepisanej dla tychże pociągów w liniach prostych.

Pociąg poruszający się w liniach prostych chyżością 20^m na sekundę (72 kilometrów na godzinę) biedz przeto będzie mógł w łuku zatoczonym promieniem:

600^m	chyżością	$0{\cdot}821 \times 20$	$= 16{\cdot}4^m$
500	„	$0{\cdot}760 \times 20$	$= 15{\cdot}2$
400	„	$0{\cdot}689 \times 20$	$= 13{\cdot}7$
300	„	$0{\cdot}600 \times 20$	$= 12{\cdot}0$
200	„	$0{\cdot}500 \times 20$	$= 10{\cdot}0$

metrów na sekundę.

Tabelka A.

przy pociągu	Przejeżdżając łuk, zatoczony promieniem metrów																
	1000	950	900	850	800	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200
	pomnożyć trzeba chyżość jazdy, dozwoloną jako maximum na liniach prostych liczbą:																
osobowym	1·000	0·999	0·996	0·991	0·984	0·974	0·962	0·947	0·930	0·908	0·884	0·855	0·822	0·784	0·740	0·687	0·626
pospiesznym	1·000	0·9820	0·963	0·943	0·921	0·898	0·874	0·849	0·821	0·792	0·760	0·726	0·689	0·649	0·600	0·556	0·500

Tabelka B.

pociągi:	w łuku zatoczonym promieniem																
	1000	950	900	850	800	750	700	650	600	550	500	450	400	350	300	250	200
	metrów, biedz mogą pociągi najszybciej chyżością, metrów na sekundę.																
osobowe	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9	9	8	7	7
pospieszne	16	16	15	15	15	14	14	13	13	13	12	12	11	10	9	9	8

Przyjmując jako maksimum chyżości dla pociągów

osobowych . . chyżość 11^m
pospiesznych . „ 16^m

na sekundę, otrzymujemy z tabelki *A*, tabelkę *B*, umieszczoną również na stronnicy 293 z której powziąść można, że łuk zatoczony promieniem 500^m, nie można przejeżdżać spieszniej jak chyżością 12^m na sekundę. Pociągi osobowe nie śmią jechać spieszniej jak chyżością 10^m. Najspieszniejsza zaś jazda nie śmie być w łukach szybszą, jak 16^m na sekundę.

Chyżości przytoczone w tej tabliczce, są to chyżości właściwe łukom, możnaby je przeto nazwać *chyżościami łukowemi*.

Nie wszystkie jednak koleje trzymają się owej tabliczki Schefflera, lecz przepisują, że pociągi przewożące osoby, bez względu na chyżość, prowadzić można w łukach łagodniejszych od łuku zatoczonego promieniem 380^m, tak samo spiesznie jak biegną w liniach prostych, w łukach zaś ostrzejszych jak są łuki zatoczone promieniem 380^m, nie jechać spieszniej, jak chyżością 16^m na sekundę. Pociągi zaś towarowe prowadzić wolno najspieszniej chyżością 8^m na sekundę.

15.

Jazda w kierunku wzniesień.

Maszyna pracując pełną siłą swej pary, prowadzić będzie pociąg, tylko w takim razie *jednostajnie* szybko, jeżeli wzniesienie wzdłuż którego biegnie, stromości swej, nigdzie nie zmienia. Zmniejszy się podczas drogi stromość wzniesienia, to pociąg pójdzie spieszniej, maszyna bowiem, znachodząc mniejszy opór, poprowadzi pociąg raźniej. Zwiększy się zaś stromość wzniesienia, to pociąg pójdzie wolniej, gdyż siła pary, będąc obliczoną do oporu *danego*, wystarczyć nie może do zwalczania oporu *większego*.

Ponieważ opór ruchu zawisł nie tylko do stromości wzniesienia, ale nadto także od ostrości zakrzywienia, więc stósować się trzeba z ciężarem pociągu do wzniesienia sprawiającego największy opór, a więc do stromości *wzniesienia wyrównanego* (§ 14 wzór 20.)

Rozumie się samo przez się, że w takim razie nie wyzyskujemy już siły przewozowej *całkowicie*, gdyż ta wyzyskaną będzie tylko w tym kawałku całego wzniesienia, który leży w łuku, podczas reszty drogi na wzniesieniu, będziemy mieć przeto niepotrzebny nadmiar siły.

Gdyby zaś koleje trasowano tak, aby opór podczas jazdy wzdłuż całego wzniesienia nigdzie się nie zmieniał, gdyby więc kawałki leżące w prostej, zbudowano nieco stromiej, kawałki leżące w łukach, zaś mniej stromo, a stromości wyrównano tak, że *prosta* będzie o tyle stromszą, ile *łuk* jest łagodniejszym, to wzniesienie takie, nie miałoby wprawdzie jednolitej stromości, dozwalałoby jednak *wyzyskać* siłę pary, wzdłuż całej swej długości.

Wzniesienia tak zbudowane odpowiadałyby bezsprzecznie lepiej warunkom przewozu, aniżeli wniesienia jednolitej stromości.

Ponieważ różnica między oporem na wzniesieniu prostem, a oporem na wzniesieniu prowadzącem łukiem, wynosi (dział lokomotywa § 48)

$$\left(\frac{600}{R}\right)$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, skoro R wyraża promień zakrzywienia w metrach, więc łuk leżący na wzniesieniu mającym $m^0/_{00}$ stromości, sprawia, że dla ruchu pociągu, wzniesienie nie ma już stromości $m^0/_{00}$, lecz stromość

$$\left(m + \frac{600}{R}\right)$$

milimetrów.

Chcąc więc sprawić, aby na wzniesieniu $m^0/_{00}$, w którem znachodzi się kawałek zakrzywiony łukiem R metrów, siła maszyny pomimo zakrzywienia, jednakowo wyzyskać się dawała *na całem* wzniesieniu, ułożyć trzeba łuk nieco mniej bystro, a mianowicie tak, aby na każdy metr długości drogi, łuk mniej się wznosił o

$$\left(\frac{600}{R}\right)$$

milimetrów. Ażeby zaś skutkiem tego nieprzydłużać linii kolejowej, zwiększyć trzeba odpowiednio stromość kawałków, leżących w liniach prostych.

Opierając się na doświadczeniach państwowych kolei w Bawaryi (§ 48 dział lokomotywa) wypracowała generalna inspekcya kolei austryackich w r. 1881 odpowiednią ustawę dla budować się mających kolei. Jak długo jednak jeszcze niema kolei zbudowanych odpowiednio do uwag powyższych, stosować się trzeba z jazdą, podług wzniesienia stawiającego ruchowi największy opór.

A dzieje się to w sposób następujący:

W lokomotywie, która pracuje siłą **E** koni, posiadamy zasób mechanicznej pracy, wynoszący co sekundę 75.**E** meterkilogramów. Zasób ten mechanicznej pracy, używamy tak na cele uzyskania chyżości, jakoteż na cele przewożenia ciężaru. Biegnie pociąg spiesznie, to *chyżość* pochłania znaczną część tej pracy, tak więc, że na cele przewozu, mało tylko pracy zostaje. Co *zyskamy* na chyżości, *tracimy* na ciężarze, albowiem chyżość jazdy i ciężar pociągu, wzajemnie się wykluczają.

Wyraża **O** całkowity opór, jaki mamy do zwalczania, oznaczony w kilogramach, **c** zaś, wyraża chyżość jazdy w metrach na sekundę, to mamy (§ 5).

$$75.E = O.c$$

zkąd wypada, że największy opór, który maszyna zwalczyć może, wynosi:

$$O = \frac{75.E}{c}$$

kilogramów.

Prowadzi lokomotywa pociąg, ważący T tonn, to zwalczać musi każda tonna jego ciężaru, opór:

$$o^1 = \frac{O}{T}$$

kilogramów, lub uwzględniając powyższą wartość za **O**, opór wynoszący:

$$o^1 = \frac{75.E}{c.T}$$

kilogramów.

Iloraz $\left(\frac{E}{T}\right)$ wyraża, ile pracy mechanicznej wypada

na tonnę ciężaru pociągu, oznacza więc wielkość *pracy jednostkowej*. Pisząc dla krótkości:

$$e = \left(\frac{E}{T}\right)$$

otrzymujemy:

$$o^1 = 75 \left(\frac{e}{c}\right)$$

Wynosi stromość wzniesienia $m^0/_{00}$, a wyraża o opór jednostkowy na poziomej, to mamy

$$o^1 = m + o$$

a przeto:

$$m = 75.\left(\frac{e}{c}\right) - o \qquad 22)$$

wzór wyrażający stromość wzniesienia odpowiadającego sile maszyny, służącej do prowadzenia pociągu.

Mamy więc:

m... stromość wzniesienia dającego się przebyć chyżością c, mając lokomotywę, która wydaje e sił koni na tonnę ciężaru pociągu, który prowadzi.

o... opór jednostkowy na linii poziomej, w kilogramach.

c... chyżość jazdy w metrach na sekundę.

e... jednostkową pracę lokomotywy, wyrażoną w siłach konia.

Maszyna, która prowadząc pociąg, ważący 150 tonn, chyżością 10^m na sekundę, pracuje siłą 300 koni, wydaje na jednę tonnę ciężaru pociągu $\frac{300}{150} = 2$ sił konia, mamy więc

$$e = 2, \quad c = 10, \quad o = 4 + \frac{10^2}{50} = 6$$

skutkiem czego wypada, że maszyna taka, prowadzić zdoła pociągi, ważące po 150 tonn chyżością 10^m na sekundę, w kierunku wzniesień, mających stromość:

$$75 \times \frac{2}{10} - 6 = 9^0/_{00}$$

Nie znamy zaś mechanicznej pracy, lecz znamy siłę przewozową, odpowiadającą chyżości przewozu, to zważyć wypada, że skoro maszyna wydaje **S** kilogramów siły przewozowej, wypadnie na tonnę ciężaru pociągu

$$\left(\frac{S}{T}\right) = \sigma$$

kilogramów siły, służącej do zwalczania oporów na wzniesieniu, a ponieważ opór ten, wynosi (m + o) kilogramów i równać się musi sile przewozowej, więc mamy:

$$\sigma = (m + o)$$

skąd wypada:

$$\mathbf{m} = (\sigma - \mathbf{o}) \qquad 23)$$

wzór służący do obliczania stromości wzniesień, przez które maszyna pracując daną siłą, pociągi przeprowadzać zdoła.

Tutaj wyraża:

m... stromość wzniesienia wyrównanego.
o... opór jednostkowy na poziomej, w kilogramach.
σ... jednostkową siłę przewozową, w kilogramach.

Stromość wzniesienia, przez które dana maszyna przewieść zdoła dany pociąg daną chyżością, wynosi więc tyle milimetrów, ile jest rożnicy między jednostkową siłą przewozową, a oporem jodnostkowym na linii poziomej.

Wynosi jednostkowa siła przewozowa 15 kilogramów, opór zaś jednostkowy na linii poziomej 5 kilogramów, to maszyna przeprowadzi pociąg przez wzniesienie, mające stromość:

$$(15 - 5) = 10^0/_{00}$$

Chodzi o przebycie wzniesienia możebnie najstromszego, otrzymać musi siła przewozowa, wartość możebnie największą, a więc wartość:

$$S = {}^{10}/_{11} \cdot A$$

skoro **A** wyraża adhezyę. Jednostkowa siła przewozowa będzie w takim razie

$$\sigma = {}^{10}/_{11} \left(\frac{A}{T}\right)$$

kilogramów.

Rozumie się samo przez się, że w takim razie chyżość jazdy spadnie do możebnie najmniejszej swej wartości,

odpowiadającej pracy pełną parą, na wzniesieniu możebnie najstromszym.

Minimalna chyżość wyniesie w takim razie

$$c = 75 \left(\frac{E}{S}\right)$$

lub po wstawieniu za **S** powyższej wartości:

$$c = 82 \cdot 5 \left(\frac{E}{A}\right)$$

ponieważ opór jednostkowy wynosi

$$o = 4 + \frac{1}{50} \left[82 \cdot 5 \frac{E}{A}\right]^2$$

więc będzie ze względu na wzór numer 23:

$$m = 2 \left[\sqrt[5]{\frac{A}{T}} - 68 \left(\frac{E}{A}\right)^2 - 2\right] \qquad 24)$$

wzór służący do obliczania możebnie najstromszego wzniesienia, przez które maszyna, pracując pełną siłą swej pary, dany pociąg przewieść zdoła.

Tutaj wyraża:

m... wyrównaną stromość wzniesienia.
A... adhezyę w kilogramach.
T... ciężar pociągu w tonnach.
E... pracę maszyny w siłach konia.

Chyżość przewozu wynosi zaś:

$$c = 82 \cdot 5 \left(\frac{E}{A}\right) \ldots \qquad 25)$$

metrów na sekundę:

Przykład.

Przez górę mamy prowadzić pociągi ważące po 184 tonn. Do przewozu służy maszyna ważąca 49·5 tonn, a pracująca w najlepszym razie siłą 300 koni. Jeżeli wszystkie koła maszyny, są ze sobą sprzężone, zachodzi pytanie, jak strome tory pociąg taki przejeżdżać będzie?

Przyjmując, że na tonnę ciężaru maszyny, wypada 100 kilogramów adhezyi, wyniesie całkowita adhezya:

$$A = 100 \times 49{\cdot}5 = 4950$$

kilogramów. Mamy więc:

$$A = 4950, \quad E = 300, \quad T = 184$$

a przeto:

$$m = 2\left\{\frac{5}{11} \cdot \frac{4950}{184} - 68\left(\frac{300}{4950}\right)^2 - 2\right\} = 20$$

Lokomotywa prowadzić więc zdoła pociągi ważące po 184 tonn przez górę, mającą $20^0/_{00}$ stromości, chyżością:

$$c = 82{\cdot}5 . \left(\frac{300}{4950}\right) = 5^m$$

na sekundę.

16.

Szybkość jazdy na wzniesieniach.

Skoro siła pary ma być wyzyskaną, to zużytą być winna tak dobrze na wzniesieniu, jak i na poziomej. Wynika ztąd, że na wzniesieniu, gdzie pociąg znachodzi większy opór aniżeli natrafiał w linii poziomej, chyżość jazdy umniejszyć się musi o tyle, o ile opór się zwiększył, iloczyn oporu i chyżości musi albowiem być liczbą stałą (§ 5). Mając stałość mechanicznej pracy na oku, widzimy, że każdej stromości odpowiadać musi pewna chyżość, która to chyżość oblicza się ze wzoru numer 3, a wynosi:

$$c = 75\left(\frac{E}{O}\right)$$

metrów na sekundę, w którymto wzorze wyraża **E** skutek użyteczny, którym maszyna pracuje, mierzony w siłach koni, **O** zaś, całkowity opór w kilogramach, który podczas jazdy zwalczać trzeba.

Zjedzie maszyna na inne wzniesienie, to opór się zmieni, ponieważ jednak skutek użyteczny pomimoto pozostać ma

niezmiennym, więc jechać się będzie na tem drugiem wzniesieniu chyżością:

$$c_1 = 75 \left(\frac{E}{O^1} \right)$$

metrów na sekundę, przychodzimy więc do związku:

$$Oc = O^1c^1 \ldots \qquad 26)$$

wyrażającego proporcyonalizm między oporem a chyżością (§ 5 wzór numer 6)

Oporowi dwa razy większemu odpowiada chyżość o połowę mniejsza itp.

Wyraża o^1 opór jednostkowy w kilogramach, t. j. opór wypadający na tonnę ciężaru pociągu, a pociąg waży T tonn, to wynosi całkowity opór:

$$O = o^1.T$$

kilogramów, uwzględniając dalej, że

$$c = 75 \frac{E}{o^1T}$$

jakoteż, że skoro o wyraża opór jednostkowy na linii poziomej, m zaś stromość wzniesienia być musi

$$o^1 = o + m$$

otrzymamy:

$$c = 75 \frac{E}{(o + m)\,T}$$

ze względu na to, że $\left(\frac{E}{T} \right)$ przedstawia mechaniczną pracę, wypadającą na tonnę ciężaru pociągu, a więc pracę jednostkową, pisać można

$$e = \left(\frac{E}{T} \right)$$

skutkiem czego będzie:

$$c = 75 \left(\frac{e}{m + o} \right) \ldots \qquad 27)$$

wzór wyrażający związek między chyżością, a wzniesieniem, tutaj znaczy:

c... chyżość jazdy w metrach na sekundę.
o... opór jednostkowy na poziomej w kilogramach.
m... wyrównana stromość wzniesienia.
e... jednostkową pracę maszyny mierzoną w siłach konia.

Przyjmując, że opór na poziomej wynosi 4 kilogramy na tonnę ciężaru, będzie:

$$c = 75 . \left(\frac{e}{4 + m}\right) \ldots \qquad 28)$$

wzór wyrażający w przybliżeniu chyżość, którą wzniesienia przejeżdżać można.

Wydaje maszyna prowadząca pociąg, 1·33 sił konia na tonnę jego ciężaru, to biedz może w kierunku wzniesienia mającego m‰ stromości, chyżością

$$c = \frac{1 \cdot 33 \times 75}{4 + m} = \left(\frac{100}{4 + m}\right)$$

metrów na sekundę, zkąd widzimy, że wzniesienia 16‰ przejeżdżać można chyżością 5^m, wzniesienie zaś 6‰, chyżością 10^m na sekundę itp.

Stromość tych wzniesień odnosi się do wzniesień *wyrównanych*, leżałoby wzniesienie 16‰ w łuku zatoczonym promieniem 300^m, to będzie:

$$16 = x + \frac{600}{300} = x + 2$$

a przeto stromość takiego wzniesienia:

$$x = 14‰$$

Podobny sposób obliczania chyżości, któremi dane wzniesienia przejeżdżać można, prowadzi spiesznie do celu i jest wygodnym, stosować go przeto można wszędzie tam, gdzie znamy efekt maszyny i zadowalamy się przybliżeniem. Chodzi zaś o obrachowanie ściślejsze, to w takim razie obliczać trzeba z rozmiarów lokomotywy, siły przewozowe uwzględniając chyżość jazdy, rachunek zaś, prowadzić wypada jak następuje:

Wykazano już (§ 15), że różnica między jednostkową siłą przewozu, a oporem jednostkowym, jest stromością toru wyrażoną w milimetrach.

Wyraża σ jednostkową siłę przewozu, o opór jednostkowy na poziomej, m stromość toru, będzie (wzór numer 23)

$$(\sigma - o) = m$$

któryto wzór jest zupełnie ścisłym.

Chcąc go użyć, trzeba chyżościom:

$$c_1 , c_2 , c_3 \ldots\ldots$$

odpowiadające siły przewozowe

$$S_1 , S_2 , S_3 \ldots\ldots$$

obliczyć podług § 22 dział lokomotywa i dzielić każdą z tych liczb, przez ciężar pociągu, wyrażony w tonnach, wynoszący T tonn. W takim razie otrzymamy jednostkowe siły przewozowe:

$$\sigma_1 = \frac{S_1}{T} \quad \sigma_2 = \frac{S_2}{T} \quad \sigma_3 = \frac{S_3}{T}$$

Znając siły przewozowe, obliczyć trzeba dla tych samych chyżości, opory jednostkowe podług wzoru

$$o = 4 + \frac{c^2}{50}$$

a otrzymamy tym sposobem opory:

$$o_1 , o_2 , o_3 \ldots\ldots$$

odpowiadające owem chyżościom.

Różnice zaś (do jednej i tej samej chyżości należących) sił przewozowych i oporów, a mianowicie różnice:

$$(\sigma_1 - o_1) , (\sigma_2 - o_2) , (\sigma_3 - o_3)$$

przedstawiać zaś będą stromości tych wzniesień, które ze względu na siłę przewozową, ową chyżością przejeżdżać można.

Przykład.

Lokomotywa jaką mamy do dyspozycyi, jadąc szybkością:

5^m	na sek.,	wyd. siłę przewoz.	5953
8	„	„	4438
10	„	„	3857
15	„	„	2831

kilogramów.

Lokomotywą tą, mamy przewozić pociąg ważący 643 tonn, w kierunku wzniesień 4·7 i 1·6$^0/_{00}$, zachodzi pytanie: jak szybko jazda odbywać się będzie?

Chyżościom:

$$5,\ 8,\ 10,\ 15$$

metrów na sekundę, odpowiadają jednostkowe siły przewozowe:

$$\frac{5953}{643}\quad \frac{4438}{643}\quad \frac{3857}{643}\quad \frac{2831}{643}$$

czyli siły:

$$9{\cdot}2\ ,\ 6{\cdot}9\ ,\ 6{\cdot}0\ ,\ 4{\cdot}4$$

kilogramów.

Jednostkowe zaś opory wynoszą:

$$\left(4+\frac{5^2}{50}\right),\ \left(4+\frac{8^2}{50}\right),\ \left(4+\frac{10^2}{50}\right),\ \left(4+\frac{15^2}{50}\right)$$

kilogramów, lub

$$4{\cdot}5\ ,\ 5{\cdot}3\ ,\ 6{\cdot}0\ ,\ 8{\cdot}5$$

kilogramów, różnicę między siłami przewozowemi a oporami, wynoszą więc:

$$(9{\cdot}2 - 4{\cdot}5),\ (6{\cdot}9 - 5{\cdot}3),\ (6{\cdot}0 - 6{\cdot}0),\ (4{\cdot}4 - 8{\cdot}5),$$

czyli:

$$+\ 4{\cdot}7\ ,\ +\ 1{\cdot}6\ ,\ 0\ ,\ -\ 4{\cdot}1$$

Zestawiając wynik rachunku w tabelę, mamy:

c	5	8	10	15
m	4·7	1·6	O	— 4·1

z której tabelki widzimy, że wzniesienie $4{\cdot}7^0/_{00}$ przejeżdżać można chyżością 5^m. Na wzniesieniu łagodniejszem, a mianowicie na *wzniesieniu* $1{\cdot}6^0/_{00}$ toczyć się będzie pociąg chyżością 8^m, na *poziomej* chyżością 10^m, na *spadku* $4{\cdot}1^0/_{00}$, wzrośnie zaś przeciętna chyżość do wartości 15^m na sekundę.

Leży tor, mający $(4{\cdot}7)^0/_{00}$ stromości w linii prostej, to jechać może pociąg ważący 643 tonn, w najlepszym razie szybkością 5^m na sekundę. Leży zaś wzniesienie w łuku, zatoczonym promieniem r metrów, a chyżość jazdy ma pozostać niezmienną, t. j. ma wynosić również 5^m, to przedstawiać musi liczba 4·7, ilość kilogramów oporu zjawiającego się na wzniesieniu x milimetrów, a leżącego w łuku, którego promień mierzy r metrów. Musi więc być:

$$4{\cdot}7 = x + \frac{600}{r}$$

z którego równania obliczyć można wartość wzniesienia x. Zatoczono łuk promieniem r = 600 metrów, to mamy:

$$4{\cdot}7 = x + 1$$

a przeto x = 3·7. ‰. Chyżość jazdy, wynosząca 5^m na sekundę, odpowiada przeto tak dobrze wzniesieniu, leżącemu w linii prostej, wynoszącemu 4·7 milimetrów na metr poziomej odległości, jakoteż wzniesieniu, leżącemu w łuku, zatoczonym promieniem 600^m, a wynoszącym już tylko 3·7 milimetrów na metr poziomej odległości.

17.

Wzniesienie pograniczne.

Na każdej kolei oznacza się dla pociągów (wszystkich kategoryi) największą szybkość jazdy, na którą jeszcze zezwolić można, mając na oku bezpieczeństwo ruchu, jakoteż lekkość i spokój przewozu. Chyżość tę nazwano chyżością *wybraną* (§ 5, 7).

Maszyna, przeznaczona do prowadzenia pociągów, chyżością *wybraną*, prowadzi je tą chyżością w tych tylko miejscach, gdzie ciężar pociągu na to zezwala, maszyna pracując *jednostajnie* nie poprowadzi więc swego pociągu we wszystkich miejscach *jednako szybko*. Obrano ciężar pociągu tak, że maszyna, pracując pełną siłą pary, powieźć zdoła pociąg ową chyżością w kierunku *najstromszego* wzniesienia, które na linii się znajduje, to w takim razie, siła jej, jedynie tylko na tem wzniesieniu wyzyskaną będzie. Na wszystkich innych wzniesieniach możnaby wprawdzie jechać spieszniej, ponieważ jednak spieszniejsza jazda nie jest dozwoloną, więc się jechać będzie wolniej jakby siła maszyny zezwalała.

Obiera się zaś ciężar pociągu tak, aby jadąc w kierunku wzniesienia, stawiającego *największy opór*, a więc najstromszego wzniesienia *wyrównanego* (§ 14), znajdującego się między dwiema stacyami, uzyskać się dało najmniejszą chyżość na którą jeszcze zezwolić można, to w takim razie schodząc na wzniesienia łagodniejsze, pójdzie pociąg spieszniej, a to tém spieszniej im wzniesienia są łagodniejsze. Wynika ztąd, że przyjdzie wreszcie wzniesienie, na którem chyżość jazdy, dojdzie do owej, jako maximum obranej granicy. Zjedzie maszyna na wzniesienia jeszcze łago-

dniejsze, to prowadzićby mogła pociąg swój, jeszcze spieszniej, ponieważ jednak spieszniej jechać nie wolno, więc jazda odbywać się będzie na wszystkich takich wzniesieniach, bez różnicy ich stromości, chyżością jednakową, t. j. chyżością obraną jako maximum, a więc *chyżością wybraną* (§ 7).

Widzimy więc, że podzielić można przestrzeń, dzielącą od siebie dwie sąsiednie stacye, co się tyczy szybkości jazdy, na dwie grupy, a mianowicie na drogi, które przebywać można chyżością *wybraną* i na drogi, na których *wolniej* jechać się będzie. Granice zaś między wzniesieniami jednej i drugiej kategoryi, stanowić będzie to wzniesienie, na którem, jadąc chyżością wybraną, siłę pary wyzyskać można zupełnie. Jedno tylko takie wzniesienie istnieć może, gdyż ciężar pociągu, siła pary i stromość wyrównanego wzniesienia stoją ze sobą w ściśle określonym związku, (wzór 22).

Owe wzniesienie, dzielące wszystkie wzniesienia, znajdujące się między dwiema sąsiedniemi stacyami, na dwie grupy, zowiemy *wzniesieniem pogranicznem* i widzimy zarazem, że siła pary zupełnie wyzyskaną być może oprócz na wzniesieniu pogranicznem, także na wszystkich stromszych od niego wzniesieniach, podczas gdy na wzniesieniach łagodniejszych, siły lokomotywy wyzyskać nie można.

Wzniesienie, na którem jadąc chyżością wybraną, siła pary wyzyskać się daje zupełnie, zowiemy wzniesieniem pogranicznem.

Definicya powyższa, naprowadza już sama, na sposób obliczania stromości wzniesienia pogranicznego. Pracuje bowiem maszyna, służąca do prowadzenia pociągu, ważącego wraz z ciężarem maszyny **T** tonn, siłą **E** koni, to wynosi jej praca na tonnę ciężaru:

$$\left(\frac{E}{T}\right) = e$$

sił koni, ponieważ maszyna przebiegać ma wzniesienie $m^0/_{00}$ chyżością c^m (chyżością wybraną) więc wypada ze wzoru podanego pod numerem 22:

$$m = 75 . \left(\frac{e}{c}\right) - o \ldots \qquad 29)$$

wzór służący do obliczania stromości wzniesienia pogranicznego. (wzór numer 17)

Tutaj wyraża:

m... wyrównaną stromość wzniesienia pogranicznego.
c... wybraną chyżość przewozu, w metrach na sekundę.
o... opór jednostkowy na linii poziomej, odnoszący się do chyżości wybranej, mierzony w kilogramach.
e... jednostkową pracę lokomotywy, wyrażoną w siłach konia, odpowiadającą chyżości wybranej.

Ze względu na

$$\left(\frac{E}{T}\right) = e, \quad E = \frac{S \cdot e}{75} \quad \sigma = \frac{S}{T}$$

mamy:

$$\sigma = 75. \left(\frac{e}{c}\right)$$

z uwagi zaś na wzór numer 29:

$$m = (\sigma - o)... \qquad 30)$$

wzór, podany już pod numerem 23.

W tym wzorze wyraża:

m... wyrównaną stromość wzniesienia pogranicznego w milimetrach.
σ... jednostkową siłę przewozu, odpowiadającą chyżości wybranej.
o... opór jednostkowy na poziomej, odpowiadający chyżości wybranej.

Nie trzeba zapominać, że tak jednostkowa siła przewozu (σ) jakoteż i opór jednostkowy (o) odnoszą się do chyżości *wybranej*; że więc *stromość wzniesienia pogranicznego, wyraża się różnicą siły przewozowej i oporu jednostkowego na poziomej, odnoszących się do chyżości wybranej.*

Wzór numer 23 odnosi się do chyżości *dowolnych*, wzór numer 30 zaś, do chyżości *wybranej*, i w tem właśnie ograniczeniu, leży różnica obydwóch, na pozór jednakich wzorów.

Przykład I.

Dla pociągów, ważących po 150 tonn, prowadzonych chyżością 10^m na sekundę maszynami, które pracują siłą 260 koni, obliczyć mamy wzniesienie pograniczne. Czyli innemi słowy: na pewnej kolei zdecydowano się, nie jechać nigdzie spieszniej, jak chyżością 10^m na sekundę.

Do przewozu pociągów, których ciężar wymierzono na 150 tonn, służą maszyny pracujące siłą 260 koni, zachodzi pytanie, jakie jest najtromsze wzniesienie, przez które maszyna przeprowadzić zdoła swój pociąg ową chyżością?

Ponieważ jest:

$$E = 260, \quad c = 10, \quad T = 150,$$

więc będzie uwzględniając powyższe wzory:

$$\sigma = \frac{260 \times 75}{10 \times 150} = 13$$

opór zaś jednostkowy:

$$4 + \frac{10^2}{50} = 6$$

kilogramów, najstromsze wzniesienie, które pociąg przebyć zdoła chyżością 10^m, mieć przeto będzie:

$$m = 13 - 6 = 7^0/_{00}$$

stromości. Wzniesienia łagodniejsze od wzniesienia $7^0/_{00}$ przejeżdżać więc będzie można spieszniej aniżeli chyżością 10^m, ponieważ jednak chyżość tę, obrano jako maximum chyżości, więc wypada, że na wszystkich wzniesieniach, znajdujących się na owej kolei aż do wzniesienia $7^0/_{00}$, odbywać się może jazda *jednako szybko*, zawsze bowiem chyżością możebnie największą, t. j. chyżością 10^m. Na każdem zaś ze wzniesień stromszych od wzniesienia $7^0/_{00}$ odbywać się będzie jazda *inną chyżością*, a mianowicie chyżością jaka odpowiada stromości każdego z tych wzniesień, więc chyżością obliczać się mającą ze wzoru podanego pod numerem 28. Dla wzniesień łagodniejszych od wzniesienia $7^0/_{00}$, nie potrzeba więc wcale obliczać chyżości jazdy, gdyż chyżość na wzniesieniach tych, wynosi bez różnicy ich stromości, 10^m na sekundę.

Obliczanie chyżości, ograniczy się więc tylko do wzniesień stromszych od wzniesienia $7^0/_{00}$. Wzniesienie $7^0/_{00}$ jest więc wzniesieniem pogranicznem.

Przykład 2.

Na linii kolejowej, mającej wzniesienia:

$$5,\ 8,\ 10,\ 12 \text{ i } 15^0/_{00}$$

uchwalono ze względu na ekonomię, nie jechać spieszniej jak chyżością 10^m na sekundę. Do prowadzenia pociągów, które ważyć mają po 160 tonn, obrano maszynę, pracującą admissyą 60%, a posiadającą następujące rozmiary:

średnica koła popędowego . .	200cm
średnica tłoka	40„

długość cylindra . . . . . 50„
powierzchnia ogrzewalna . . 109□^{m}

Rozwój pary w kotle lokomotywy urządzono tak, że każdy □^{m} powierzchni ogrzewalnej wydaje na godzinę 40 kilogramów pary. Zachodzi pytanie o stromość wzniesienia, na którem prowadząc ów pociąg przepisaną jako maximum chyżością, siła pary zupełnie wyzyskać się daje?

Rozwiązanie.

Obliczając podług § 22, dział lokomotywa, z danych rozmiarów maszyny, siłę przewozową, odpowiadającą chyżości 10^m, przekonujemy się, że wynosi ona 2560 kilogramów. Na tonnę ciężaru pociągu, wypada przeto $\frac{2560}{160} = 16$ kilogramów siły przewozowej. Ponieważ opór na linii poziomej wynosi przy chyżości 10^m

$$4 + \frac{10^2}{50} = 6$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, więc wzniesienie pograniczne mieć będzie:

$$16 - 6 = 10^0/_{00}$$

stromości.

Wzniesienia łagodniejsze od wzniesienia pogranicznego, a więc wzniesienia mające stromość 5 i 8$^0/_{00}$ przejeżdżać się będzie chyżością 10^m, wzniesienie pograniczne, t. j. wzniesienie 10$^0/_{00}$ przejeżdżać się będzie tą samą chyżością, podczas gdy na wzniesieniach stromszych od wzniesienia pogranicznego, a więc na wzniesieniach 12 i 15$^0/_{00}$ jazda odbywać się będzie wolniej aniżeli chyżością 10^m. Podczas gdy na wzniesieniach 10, 12 i 15$^0/_{00}$ siła maszyny zostaje zupełnie wyzyskaną, uczynić się to nie daje na wzniesieniach 5 i 8$^0/_{00}$.

Na każdem z wzniesień stromszych od wzniesienia pogranicznego, a więc tak na wzniesieniu 12$^0/_{00}$ jakoteż na wzniesieniu 15$^0/_{00}$ jechać się będzie inną chyżością, a mianowicie chyżością, którą obliczyć trzeba podług wzoru numer 28.

Przykład 3.

Do przewozu towarów po linii, której najstromsze wzniesienie jest 25$^0/_{00}$, nie mającego się spieszniej odbywać jak chyżością 8^m na sekundę mamy lokomotywę ważącą 45 tonn, która pracować może siłą 400 koni. Zachodzi pytanie jak możebnie najcięższe pociągi prowadzić będzie można tą lokomotywą, jakoteż na wzniesieniu jakiej stromości, jadąc ową chyżością 8^m, siła maszyny zupełnie wyzyskaną będzie?

Pociąg nie śmie sprawiać większego oporu jak jest adhezya, suponując, że wszystkie osie lokomotywy ze sobą sprzężono, wyda ona

130 $\times$ 45 = 6000 kilogramów adhezyi, a ponieważ (§ 16) pociąg, stawiający ruchowi taki opór, prowadzić można co najspieszniej chyżością

$$\frac{82 \cdot 5 \times 400}{6000} = 5 \cdot 5^m$$

na sekundę, więc odpowiadać będzie tej chyżości, siła przewozowa:

$$\frac{75 \times 400}{5 \cdot 5} = 5454$$

kilogramów. Ponieważ na wzniesieniu mającem $25^0/_{00}$ stromości, każda tonna ciężaru pociągu, zwalczać ma opór wynoszący:

$$4 + 25 + \frac{5 \cdot 5^2}{50} = 29 \cdot 6$$

kilogramów, więc ważyć może pociąg co najwięcej:

$$\frac{5454}{29 \cdot 6} = 184$$

tonn.

Ponieważ chyżości 8^m odpowiada siła przewozowa:

$$\frac{75 \times 400}{8} = 3750$$

kilogramów, więc prowadząc ów pociąg tą chyżością, wypada, na tonnę jego ciężaru:

$$\frac{3750}{184} = 20 \cdot 8$$

kilogramów siły przewozowej. Zważając, że chyżości 8^m odpowiada opór jednostkowy:

$$4 + \frac{8^2}{50} = 5 \cdot 3$$

kilogramów, mieć będzie pograniczne wzniesienie

$$20 \cdot 8 - 5 \cdot 3 = 15 \cdot 5^0/_{00}$$

lub w zaokrągleniu, $16^0/_{00}$ stromości.

Na wszystkich wzniesieniach (znajdujących się na owej linii), łagodniejszych od wzniesienia $16^0/_{00}$ jechać więc będziemy bez różnicy ich stromości, chyżością 8^m, na stromszych zaś wzniesieniach wolniej, na wzniesieniu najstromszem, t. j. na wzniesieniu $25^0/_{00}$ jechać się będzie już tylko chyżością $5^1/_2{}^m$ na sekundę.

Na wzniesieniu $16^0/_{00}$ jakoteż na wzniesieniach stromszych, będzie siła pary zupełnie wyzyskaną, na wzniesieniach łagodniejszych od

wzniesienia $16^0/_{00}$, prowadząc pociąg ważący 184 tonn chyżością 8^m, siły pary zaś wyzyskać nie możemy. Staćby się to mogło prowadząc cięższy pociąg, lub prowadząc go chyżej — żadna jednak z obydwóch alternatyw nie jest dozwoloną.

18.

Wzniesienia nieszkodliwe.

Odbywa się ruch pociągów między dwiema stacyami w obydwóch kierunkach jednako silnie, t. j. kursuje w obydwóch kierunkach jednako wiele, jednako ciężkich pociągów, prowadzonych jednakowemi maszynami, to wzniesienia skoro nie przechodzą pewnej stromości, wcale żadnej roli odgrywać nie będą.

Zdarzyć się bowiem może przy pewnej stromości wzniesienia, że to co tracimy na sile przewozowej jadąc do góry, znów zyskamy jadąc napowrót, tak więc, że maszyna tak pracuje, jakby wzniesienia wcale nie było.

Wzniesienia takie zowiemy wzniesieniami *nieszkodliwemi*, stromość ich oblicza *Morancier* jak następuje:

Wyraża **o** opór w kilogramach wypadający na tonnę ciężaru pociągu, **m** wyrównaną stromość pochyłości toru (wzniesienia lub spadku), to pociąg jadący w górę, zwalcza opór (o + m) kilogramów na tonnę swego ciężaru, podczas gdy pociąg toczący się w dół, zwalczać ma opór wynoszący tylko (o — m) kilogramów na tonnę ciężaru.

Pod suppozycyą, że opór wynosi na tonnę ciężaru, pociągu więcej kilogramów, aniżeli stromość pochyłości ma milimetrów, t. j. pod supozycyą o > m, będą obydwa wyrażenia (o + m), (o — m) mieć znak dodatni (+), skutkiem czego wyniesie opór podczas jazdy tu i na powrót:

$$(o + m) + (o - m) = 2 \times o$$

kilogramów, średni opór, będzie przeto:

$$\frac{2 \times o}{2} = o$$

kilogramów, a więc tyle, co opór na poziomej.

Wzniesienia których stromość nie wynosi tyle milimetrów (na metr poziomej odległości) *ile kilogramów* (na tonnę cię-

żaru pociągu) *wynosi opór jednostkowy, nie przedstawiają więc ruchowi większego oporu od torów ułożonych poziomo. Wzniesienia takie, zowiemy wzniesieniami nieszkodliwemi.*

Odbywa się np. jazda w obydwóch kierunkach chyżością 10^m na sekundę, to wynosi opór jednostkowy na poziomej:

$$4 + \frac{10^2}{50} = 6$$

kilogramów, na wzniesieniu $4^0/_{00}$, zaś:

$$6 + 4 = 10$$

kilogramów, na spadku $4^0/_{00}$ zaś

$$6 - 4 = 2$$

kilogramy, przeciętnie więc:

$$\frac{10 + 2}{2} = 6$$

kilogramów, a więc tyle, co na torach ułożonych poziomo.

Gdyby stromość pochyłości wzrosła do $5^0/_{00}$, zwalczaćby musiano podczas jazdy w kierunku wzniesienia, opór:

$$5 + 6 = 11$$

podczas jazdy w kierunku spadku, opór

$$6 - 5 = 1$$

kilogram, przeciętnie więc, t. j. podczas jazdy tu i napowrót, na każdą jazdę bez względu na kierunek, opór:

$$\frac{11 + 1}{2} = 6$$

kilogramów, a więc tyle co na poziomej.

Odbywa się zaś jazda po torze tak stromym, że stromość wynosi więcej milimetrów, jak opór kilogramów, to się rzecz przedstawia inaczej.

Jadąc w górę, zwalczamy opór:

$$(o + m)$$

jadąc zaś w dół, nie mamy do zwalczania wcale żadnego oporu, owszem składowa ciężaru pociągu, wynosząca m kilogramów na tonnę ciężaru, pędząca pociąg w dół, porusza go w tym kierunku, gdyż $m > o$. Opór przeciętny, bez względu na kierunek jazdy, wynosi w takim razie ; o

$$\frac{\text{zero} + o + m}{2} = \frac{o + m}{2}$$

więcej niż na poziomej, gdzie wynosi tylko o kilogramów na tonnę ciężaru pociągu.

19.

Wzniesienie panujące.

Rzadko tylko trasować można kolej tak, aby wszystkie pochyłości były jednako strome, miejscowe okoliczności zmuszają częstokroć prowadzić linię kolejową przez pewną przestrzeń daleko stromiej aniżeli wzdłuż reszty drogi, tak że wzniesienia *pewnej stromości* należą tylko do nielicznych wyjątków z ogólnego prawidła.

Gdyby ciężar pociągu stosować chciano do stromości tych niewielu, wyjątkowo stromych wzniesień, traconoby na sile przewozowej, albowiem maszyna przez większą część swej drogi, wyzyskanąby nie była, prowadzenie ruchu w ten sposób nie odpowiadałoby warunkom ekonomii, zkąd wynika że nie wypada obciążać pociągi podług wzniesienia najstromszego, znajdującego na linii kolejowej, lecz raczej stosować się trzeba podług wzniesień najczęściej się powtarzających.

Ze wzniesień *najczęściej* się powtarzających, wybrać znów trzeba wzniesienia najdłuższe, a dopiero podług najstromszego wzniesienia z wzniesień najdłuższych, maszynę obciążać wypada. Profesor *Launhard* w Hanowerze, zowie wzniesienie takie, wzniesieniem dominującem lub *panującem*, gdyż *jego stromość* decyduje, jaki ciężar maszynie przyczepić wypada.

Obciążając maszynę odpowiednio do wzniesienia *panującego*, sprawimy więc, że siła jej wyzyskaną zostanie na przeważnie większej części linii kolejowej, że więc ruch odbywać się będzie *możebnie najekonomiczniej*, obciążając jednak maszynę w ten sposób, sprawiamy dla ruchu tę niedogodność, że pociąg przez wzniesienia stromsze jak jest wzniesienie panujące, bez *rozpędu* nie przejdzie, a może nawet,

że rozpędzając się, maszyna przez wzniesienia takie, pociągu nie wywiezie. W takich razach nie pozostaje nic innego, jak tylko drugą maszynę wziąść do pomocy.

20.

Długość wzniesień.

Długość wzniesień interesować nas musi z dwojakich względów, a mianowicie, że maszyna, rozpędzając się, przebyć może wzniesienia tylko wtedy gdy one posiadają pewną długość, a po drugie, że skoro wzniesienia zbyt są długie, przewóz po nich natrafia na trudności. Ponieważ długość wzniesień, które rozpędzająca się lokomotywa przebyć może, obliczano już w paragrafie 13, więc obecnie zastanowić się wypada nad trudnościami, jakie sprawia długość wzniesień w ogóle.

Pierwszym warunkiem regularnej jazdy, jest bezsprzecznie utrzymywanie jednakiego rozwoju pary podczas drogi. Jadąc w górę, natrafia właśnie utrzymanie jednakowego rozwoju pary na pewne trudności. Gdyby bowiem podczas jazdy w górę, nie potrzebowano dostarczać do kotła wody, to wzniesienie mogłoby być tak długiem, jak długo w tenderze starczą woda i paliwo. Zasilając kocioł, spada skutkiem dopływu zimnej wody temperatura w kotle, a ponieważ obniżenie ciepłoty wpływa we wysokim stopniu na rozwój pary, pojmiemy, że wpuszczając często wodę, spaść może prężność pary do tego stopnia, że siła niskoprężnej pary nie wystarczy do prowadzenia pociągu w górę.

Chcąc aby maszynista jadąc w górę nie brał wcale wody, starać się trzeba, aby przy rozpoczęciu jazdy w górę, stała woda w kotle możebnie najwyżej, w takim razie bowiem, jechać będzie można, bez zasilania kotła tak długo, dopóki woda nie wygotuje się o tyle, że spadnie do możebnie najniższego stanu.

Ze względu na kocioł i rozwój pary, nie można kotła napełniać wodą zupełnie, ani też dozwalać, aby woda zupełnie się wygotowywała, doświadczenie uczy, że między początkowym a końcowym stanem wody w kotle, pozostawiać trzeba $^5/_4$ metrów sześciennych objętości tak więc, że bez zasilania kotła, dysponować można ilością $^5/_4$ tonn wody. Jadąc chyżością 10^m na sekundę starczy zapas taki na

20 — 30 minut jazdy, w którymto czasie przebyć można 120 — 180 kilometrów drogi.

Konieczność smarowania pewnych składowych lokomotywy, do których podczas jazdy dostać się nie można, ogranicza również długość wzniesień.

Jako najważniejszą przeszkodę przejazdu długich wzniesień, uważać jednak trzeba przenoszenie niedopałków z rusztu do dymnicy. Jadąc w górę, pracuje bowiem lokomotywa silniej jak pracowała, gdy prowadziła pociąg na poziomej lub w kierunku wzniesień łagodnych, skutkiem cięższej pracy dostaje się do komina większa ilość zużytej pary, co znów sprawia, że chyżość jej wybuchu, mocno wzrasta.

Szybko uchodząca para, (a chyżość wylotu dochodzi często do 20^m na sekundę) sprawia znów na ruszcie lokomotywy chwilowo tak mocny przewiew powietrza, że niedopałki paliwa, przechodząc z rusztu przez rury ogrzewalne, dostają się aż do dymnicy, przez co znów na cieple strata powstaje. Wreszcie nadmienić wypada, że im dłuższem jest wzniesienie, tem mniejsze będzie prawdopodobieństwo, że jazda odbędzie się bez zatrzymania, że zaś zatrzymania pociągów na wzniesieniach stromych nadwerężają sprzęgła, udowadniać nie trzeba.

Z tych to powodów, wzniesienia dłuższe niż 15 kilometrów nie okazują się być korzystnemi.

21.

Koleje górskie.

Do niedawna jeszcze mniemano, że drogi żelazne tylko w równinach korzystnie rozwijać się mogą. Jeszcze w połowie naszego stólecia uważano bowiem grzbiet niemal każdej góry za teren, drogom żelaznem niewłaściwy. Gdy jednak sieć dróg żelaznych, usnuta w równiach, coraz więcej oczka swe zwężać poczynała, a gęstość ich dochodzić się zdawała do ostatecznie możliwej granicy, poczęła nowoczesna technika zarysowywać żelazne linie kolei, coraz wyżej, posuwając je w niektórych miejscach nawet poza granicę wiecznych śniegów.

Punkta, do których tory dróg żelaznych obecnie wysunięto, uwidocznia następująca tabliczka.

droga żelazna zwana:	wysokość ponad morzem najwyższego punktu kolei w metrach
Giovi	361
Apenińska	678
Kempten-Lindau	791
Schwarzwald	850
Semmering	894
Kaukazka	975
Gotharda	1167
Toblach	1210
Mont-Cenis	1338
Brenner	1371
Północna pacyfik	1652
Zarzucona kolej system Fell (Cenis) . . .	2102
Centralna pacyfik	2140
Zjednoczona pacyfik	2513
W Andach	4769

W Europie najwyżej w górę wysuniętą jest część austryackiej kolei południowej, prowadzącej przez górę *Brenner*, której najwyższy punkt wznosi się, jak to uwidocznia tabeleczka 1371^{m} ponad powierzchnię morza. Amerykanie ścielą żelazne swe ścieżki daleko wyżej, znachodzimy bowiem na 119 kilometrów długiej, w budowie będącej kolei *Lima-Oraya*, tunel mający stromość 40$^{0}/_{00}$, we wysokości 4769^{m}, a więc we wysokości, którą szczyt góry *Montblanc*, przewyższa tylko o 40^{m}.

Na jakie zaś trudności natrafiać musi prowadzenie ruchu na kolejach tak wysoko w górę wysuniętych, powziąć można już z tej okoliczności, że na górze *św. Bernarda*, na której zbudowano klasztor we wysokości 2474^{m} mnichy zaledwie 10 — 12 lat przebywać mogą, jakoteż, lepiej jeszcze z uwag uczonego *Saussure*, który w roku 1787 dotarł do szczytu owej góry. *Saussure* opowiada bowiem, że na wysokości 4000^{m} nie można bez wypoczynku, przedsięwziąć najdrobniejszej nawet pracy, co kilka minut bowiem, trzeba stawać. Pulsa biją przeraźliwie szybko, a krew ciśnie się nosem i uszyma. Człowiek uczuwając zamęt w głowie, jakby usypiając bezwładnym się staje.

Wobec tego, wydawaćby się mogło, że prowadzenie ruchu na kolei w Andach, wysuniętej 4769^{m} ponad powierzchnię morza, wcale możebnem być nie może.

Chcąc sprzeczność tę wyjaśnić, zważyć trzeba, że pomimo jednakowego rozrzedzenia powietrza w pewnej wysokości, nie wszędzie są jednakie warunki życia. W jednej i tejsamej wysokości oddziaływa na człowieka powietrze inaczej w *Andach*, inaczej na górze *Himalaya*, albowiem nie stopień *rozrzedzenia* powietrza, lecz raczej *ilość w nim zawartego tlenu*, decyduje, czy życie w danej wysokości jest możliwem lub nie.

Wykazał bowiem już *Saussure*, a *Bert* stwierdził w najnowszym czasie, że skoro znajduje się w powietrzu tyle tlenu, ile potrzeba do oddechania, stopień rozrzedzenia powietrza, na ustrój organizmu mało tylko wpływa.

Bert, siedząc pod kloszem, pod którym rozrzedzono powietrze do tego stopnia, że słup rtęci, mający podczas normalnych stosunków 76^{cm} wysokości, spadł do wysokości 25^{cm}, wykazał na samym sobie, że mając do oddechania dostateczną ilość tlenu, przebywać można swobodnie, pomimo tak znacznego rozrzedzenia powietrza, odpowiadającego wysokości 8840^{m}, a więc wysokości najwyższego szczytu góry *Himalaya*.

Ztąd też pochodzi, że w krajach tropikowych, natrafiamy często na osady bardzo wysoko w górę wysunięte, tak np. leży:

miasto *Potosi* (w Boliwii)	4000^{m}
poczta *Ancomarca* (w Peru)	4330^{m}
miasto *Apo* (w Peru)	4382^{m}
klasztor w *Tybecie* (w Persyi) . . .	5000^{m}

ponad powierzchnią morza.

Że zaś w równo wysokich warstwach powietrza, zawartoś tlenu jest rozmaitą, przypisać to mamy, podług badań *Saussure*, warstwom *śniegu*, przytrzymującem znaczną ilość tlenu, wyciskającego się ze ziemi do góry.

Śnieg więc jest powodem, że życie w górach jest utrudnione, gdyż pożera tlen, potrzebny dla życia. W naszych górach, trwa zima na wysokości 1200 — 1300^{m}, zazwyczaj 7—8 miesięcy, a ciepłota powietrza, spada często 40^{0} poniżej zera. Już w sierpniu poczyna śnieg padać, i wzbija się do wysokości 3 — 6^{m}. Często się zrywające i długo trwające burze zdmuchują go miejscami do nadzwyczajnych wysokości tak, że zadymek takich, siła lokomotywy przebić już nie zdoła.

Smutne doświadczenia drogi żelaznej, prowadzonej przez górę *Mont-Cenis*, pouczyły, że nawet kryte galerye, jakie z wielkiemi kosztami tam wybudowano, piętrzących się trudności zażegnać nie zdołały. Okazało się bowiem, że w takich galeryach powietrza do oddechania, nie starczy. Otworów robić nie można, bo wiatr wdmuchuje przez nie do wnętrza galeryi takie masy śniegu, że je zaraz usunąć nie podobna, pozostaje zaś dachem przykryty śnieg, nieco dłużej w swem schronieniu, to stapiając się częściowo zbije się w twardą masę, która jeszcze trudniej usunąć się daje.

Wentylacya była więc niemożliwą, a okoliczność ta sprawiła, że galerye kryte wnet usunięto, przez co jednak sprawiono, że szyna, z której usunięto warstwę *śniegu*, powleka się pod wpływem nizkiej temperatury cienką warstwą *lodu*, która ruch pociągów znacznie utrudnia a czasem i uniemożebnia. Powłoka taka, smarując niejako szynę, sprawia bowiem, że adhezya lokomotywy spada poniżej owej granicy, która do utrzymania regularnego ruchu jest niezbędną.

Że zaś droga żelazna, ciągnąca się przez górę *Brenner*, pomimo wysokości położenia, utrzymywać może ruch regularny, zawdzięcza to jedynie ciepłym wiatrom, które tam ustawicznie wieją. Wiatry te, obniżając granicę wiecznego śniego, umożliwiają przewóz na wysokości 1371^{m}, podczas gdy w innych miejscach, jazda niemożliwą się już staje na wysokościach 1100 — 1200^{m}. *Linia wiecznych śniegów, zdaje się więc być naturalną granicą, powyżej której, drogi żelazne sięgać nie powinny.*

22.

Jazda po torach stromych.

Jazda na kolejach mających strome wzniesienia trafia często na trudności, które kolejom przerzynającem równie, wcale nie są znane.

Na kolejach stromych, odgrywają koszta prowadzenia ruchu znaczną rolę, doświadczenie bowiem uczy, że koszta te wzrastają spieszniej, aniżeli rośnie stromość toru. Na wzniesieniu 40$^{0}/_{00}$ wynoszą np. koszta przewozu, więcej niż trzy razy tyle, co na wzniesieniu 25$^{0}/_{00}$, a dwa razy tyle, jak na wzniesieniu 35$^{0}/_{00}$. Okoliczność ta, niemniej trudności spowodowane *niedostateczną* adhezyą, jakoteż konieczność

utrzymywania wielkiej ilości kosztownych *hamulców* i *hamulczych*, wyrobiły zdanie, *że wzniesienie 25‰ uważać wypada jako granicę wzniesień, dla dróg żelaznych zwanych drogami pierwszorzędnemi*. Z tego też powodu zaliczamy drogi żelazne, na których natrafiamy na wzniesienia stromsze jak 25‰ do kolei *górskich*. Na drogach takich, napotyka jazda na pewne trudności, chociaż na daleko mniejsze niż na kolejach wysuniętych wysoko ponad powierzchnię morza.

Jadąc w kierunku bystrego wzniesienia, zwiesza się niejako cały pociąg na lokomotywie która go ciągnie; sprzęgła łączące ze sobą wozy, jakoteż pociąg z lokomotywą, wytrzymywać przeto muszą cały ciężar pociągu. Podczas takiej jazdy, oddziaływać musi każde szarpnięcie maszyny jak najszkodliwiej na spinki, dlatego też jadąc w górę, starać się trzeba utrzymywać jednostajne prężenie w kotle, i nigdy nie wyzyskiwać siły pary aż do granicy wytrzymałości spinek.

Nie zawsze jednak to uczynić można, gdyż siła przewozowa nie zawsze zależy li tylko od rozwoju pary i rozmiarów lokomotywy, ale częstokroć i od innych okoliczności. Tak np. cierpią sprzęgła zawsze przy ruszaniu pociągu z miejsca, w takim razie nie ruszają się bowiem wszystkie wozy wchodzące w skład pociągu, równocześnie, lecz ruszy z miejsca naprzód wóz pierwszy, pociągając za sobą drugi, który znów, ruszywszy z miejsca, po niejakim czasie szarpie wóz trzeci i tak aż do ostatniego. Podczas przechodu siły przewozowej od pierwszego wozu aż do ostatniego, rozprężają się sprzęgła nieregularnie, a czasem mocniej jakby to sobie życzyć można. Sprzęgła cierpią także, skoro hamowanie pociągu nie odbywa się na wszystkich wozach równocześnie. Przykręci się np. hamulce umieszczone przy końcu pociągu, wcześniej od hamulców osadzonych na jego czele, to wozy niehamowane pozostając w biegu, w chwili gdy wozy hamowane, ruch swój utraciły, szarpać mogą pociąg bardzo silnie. Wozy wstrzymane w ruchu postępowym nie poddają się bowiem zaraz ciągu wozów wolnych, przez co spinki często nadwerężyć się mogą.

Następuje po stromszem wzniesieniu spadek, tak że między wzniesieniem a spadkiem nie ma linii poziomej, na którejby można pociąg ustawić; to przychodzi podczas jazdy chwila, w której pierwsza połowa pociągu, znajdując się na spadku, dąży w dół; podczas gdy druga połowa idąca jeszcze w górę, zwalczać musi opór wzniesienia.

W chwili takiej stoją sprzęgła, łączące ze sobą obydwie połowy pociągu, pod wpływem dwóch, w odwrotnym kie-

runku od siebie działających sił. Na sprzęgło działa bowiem pęd wozów, toczących się z góry na dół, jakoteż składowa siły ciążenia, ściągająca pociąg w dół. Siła *przewozowa* ciągnie przednią połowę, *opór* zaś, drugą połowę pociągu. Chcąc zapobiedz podobnem zdarzeniom, starać się trzeba łagodzić pęd wozów w kierunku spadku tak, aby jazda odbywała się ile możności regularnie.

Ponieważ jednak podobna regulacya natrafia na pewne trudności, więc przewóz przez góry będzie zawsze utrudnionym. Chcąc go ułatwić nie pozostaje nic innego, jak tylko pociągi dzielić, lub używać do pomocy drugiej maszyny.

Pomocniczą lokomotywę ustawić zaś można na *czele*, lub na *tyle* pociągu.

Na wzniesieniach *jednostajnych*, t. j. wzniesieniach nie zmieniających swej stromości, ustawia się z korzyścią lokomotywę pomocniczą na tyle pociągu. W takim razie nie śmie być pchająca lokomotywa z pociągiem spiętą, tak więc że tylko maszyna stojąca na czele, z pociągiem złączoną będzie.

Lokomotywy pchające pociągi w górę, wchodzą na kolejach górskich coraz więcej w zwyczaj. Doświadczenia kolei *Semmering* (w Austryi) i *Enghien Montmorancy* (we Francyi), mających wzniesienia 25‰, wykazały bowiem, że sposób taki przeprowadzania pociągów przez góry, odpowiada tak dobrze warunkom bezpieczeństwa ruchu, jakoteż i ekonomii.

Częstokroć zmuszają okoliczności do używania jednej tylko lokomotywy i ustawiania jej nie na czele, lecz na tyle pociągu, w takim razie prowadzić można pociągi tylko w górę, nigdy zaś w dół. Jadąc z góry na dół, ustawiać bowiem trzeba lokomotywę *zawsze* na czele pociągu, bo tylko tym sposobem sprawić można, że maszyna pociągowa, stojąc na najniższym punkcie pociągu, chroni go od możliwego stoczenia się w dół.

23.

Przykłady tyczące się jazdy w kierunku wzniesień.

Celem zastosowania praw, roztrząsanych w §§ 13—22, służyć mają następujące przykłady:

1.

Przez górę mającą 4‰ stromości prowadzi łukiem zatoczonym promieniem 600^m tor mający 2269^m długości. Do

stóp tej góry przybiegają wozy chyżością 10^m na sekundę, zachodzi pytanie, czy one dotrą do szczytu i jaką chyżością?

Łuk zatoczony promieniem 600^m sprawia ruchowi ten sam opór, co wzniesienie proste, mające stromość $\frac{600}{600} = 1^0/_{00}$, a ponieważ stromość wzniesienia wynosi $4^0/_{00}$, więc całkowita stromość toru, gdyby leżał w prostej wynosi $4 + 1 = 5^0/_{00}$.

Przypuszczając, że w górę biegnące wozy, docierają do jej szczytu, chyżością x metrów na sekundę, pozostać im musi w chwili przybycia tamże, mechaniczna praca, wynosząca na tonnę ich ciężaru: $51.x^2$ meterkilogramów, a ponieważ zasób pracy odpowiadający chyżości 10^m wynosi 51×10^2 meterkilogramów, więc pozostaje do zwalczania oporów zjawiających się podczas biegu w górę; praca, wynosząca na każdą tonnę ciężaru biegnących wozów: $51\ (10^2 - x^2)$ meterkilogramów. Ponieważ opór ruchu na wzniesieniu, wynosi na każdą tonnę ciężaru wozów: $4 + 5 + \frac{10^2 + x^2 + 10x}{150}$ kilogramów, więc potrzeba do zwalczania tego oporu, trwającego podczas całej 2269^m długiej drogi, pracy wynoszącej na każdą tonnę ciężaru biegnących wozów,

$$\left(4 + 5 + \frac{10^2 + x^2 + 10x}{150}\right) 2269$$

meterkilogramów. Mamy przeto równanie:

$$\left(4 + 5 + \frac{10^2 + x^2 + 10x}{150}\right) 2269 = 51\ (10^2 - x^2)$$

z którego wypada $x = 5$; co znaczy, że wozy docierają rzeczywiście do szczytu wzniesienia i osiągają go chyżością 5^m na sekundę.

2.

Lokomotywa, która prowadzi po linii prostej i poziomej pociąg ważący 500 tonn, chyżością 8^m na sekundę, prowadzić ma ten sam pociąg przez górę, wznoszącą się $11^{m/m}$ na metr poziomej odległości, na której to górze ułożono tory w łuku zakrzywionym promieniem 2400^m. Przewóz towarów

ma się odbywać przez górę tak, aby u szczytu góry pozostawała pociągowi, chyżość wynosząca zawsze jeszcze 4^m na sekundę.

Pod supozycyą, że siła przewozowa tej lokomotywy przy chyżości 6^m wynosi 4000, przy chyżości 8^m zaś tylko 3000 kilogramów; zachodzi pytanie, czy wspomniana lokomotywa zadosyćuczynić zdoła życzeniu, a w razie sprzyjającym, jak długiem być może wzniesienie?

Jadąc na poziomej chyżością 8^m, natrafia każda tonna ciężaru pociągu, na opór $4 + \frac{8^2}{50} = 5 \cdot 3$ kilogramów, a ponieważ na każdą tonnę ciężaru tegoż pociągu wypada $\frac{3000}{500} = 6$ kilogramów siły przewozowej, więc jednostkowa siła przewozu przewyższa opór jednostkowy, jazda na poziomej chyżością 8^m nie przedstawia więc wcale żadnej trudności.

Chyżością 8^m na sekundę przybywa pociąg do stóp wzniesienia, a ponieważ przy końcu wzniesienia chyżość wynosić winna 4^m, więc będzie przeciętna chyżość ruchu na wzniesieniu

$$\sqrt{\frac{8^2 + 4^2 + 4.8}{3}} = 6^m$$

na sekundę.

Gdyby lokomotywa prowadzić miała pociąg przez górę chyżością 6^m tak, że z miejsca ruszaćby musiała, że więc chyżość ta, uzyskaną być miała dopiero podczas jazdy w górę, to maszyna pociągu w górę wyprowadzićby nie mogła. Przeciętnej chyżości 6^m odpowiada bowiem jednostkowa siła przewozu $\frac{4000}{500} = 8$ kilogramów, opór zaś jednostkowy wynosi:

$$4 + 11 + \frac{600}{2400} + \frac{6^2}{50} = 16$$

kilogramów.

Siła ruch *utrzymująca*, jest więc $u = 8$, siła zaś ruch *trawiąca* $t = 16$, ponieważ w takim razie chyżość rozpędu $c = o$, końcowa zaś $v = 4$; więc otrzymujemy, wstawiając te wartości we wzór numer 17, § 12; za s wartość *ujemną*, co świadczy, że nie istnieje żadna długość wzniesienia, na

którymby maszyna pod owemi warunkami pociąg prowadzić mogła. Rzecz się jednak zmieni, skoro maszyna nie rozpoczyna bieg swój w górę, chyżością **zero**, lecz tą chyżością, którą przybyła do stóp góry, a więc chyżością 8^m; w takim razie bowiem, daje wzór numer 17 podany w § 12; ze względu że $u = 8$, $t = 16$, $v = 4$, $c = 8$; $s = + 306$, a więc wartość *dodatnią*.

Do tego samego wyniku dojść można, nie używając wzoru numer 17, w sposób następujący:

Pociąg, poruszając się chyżością 8^m uzyskuje mechaniczną pracę, która wynosi na każdą tonnę jego ciężaru 51.8^2 meterkilogramów. Ponieważ z tej pracy pozostać ma przy końcu jazdy, jeszcze praca odpowiadająca chyżości 4^m, a więc praca wynosząca 51.4^2 meterkilogramów. więc pozostanie do zwalczania oporu, już tylko praca $51\ (8^2 - 4^2) = 2448$ meterkilogramów. Ponieważ mechaniczna praca jednostkowej siły przewozu, wynoszącej 8 kilogramów, wynosi podczas drogi x metrów, na każdą tonnę ciężaru pociągu: 8 x meterkilogramów, więc mamy całkowitą pracę, którą użyć można do zwalczania oporu; $(2448 + 8\ x)$ meterkilogramów. Ze względu na to, że opór trwający podczas jazdy w górę wynosi 16 kilogramów na każdą tonnę ciężaru pociągu, że więc do zwalczania takiego oporu potrzeba mechanicznej pracy, wynoszącej na każdą tonnę ciężaru 16 x meterkilogramów, będzie:

$$2448 + 8\ x = 16\ x$$

z którego równania wypada $x = 306^m$, jako szukana długość wzniesienia.

3.

Jaką stromość nadać można wzniesieniu, przez które lokomotywa wywiązująca 3750 kilogramów siły przewozowej, jadąc chyżością 10^m na sekundę, przewozić ma pociągi ważące po 250 tonn, przeciętną szybkością 10^m?

Skoro **m** oznacza szukaną stromość wzniesienia, wynosi opór podczas jazdy chyżością 10^m: $4 + m + \frac{10^2}{50} = (m + 6)$ kilogramów na każdą tonnę przewozić się mającego ciężaru. Ponieważ na tonnę ciężaru, wypada: $\frac{3750}{250} = 15$ kilogramów siły przewozowej, a siła przewozowa wyrównać musi oporowi, mamy równanie:

$$m + 6 = 15$$

z którego wypada: $m = 9$.

Skoro jazda odbywa się po wzniesieniu prostem, wynosić może stromość jego $9^0/_{00}$, leży zaś wzniesienie w łuku zatoczonym promieniem 300^m, to pisać trzeba zamiast m:

$$m + \frac{600}{300} = m + 2, \text{ a będzie:}$$

$$m + 2 = 9$$

zkąd otrzymujemy: $m = 7^0/_{00}$ jako maximum stromości dla wzniesienia leżącego w łuku, zatoczonego promieniem 300^m.

4.

Na poziomo ułożonych torach stacyi kolejowej, stoi wóz w punkcie, w którym spadek się rozpoczyna. Maszynista szykując na stacyi wozy, uderza maszyną swą, tak silnie na wóz, że tenże stacza się w kierunku spadku i zbiegając ze stacyi, zatrzymuje się, przebywszy całą długość spadku, dopiero na poziomej, przytykającej do końca spadku.

Wozowy, wzięty do protokółu z powodu tego wypadku, podaje sędziemu śledczemu, że maszynista przetaczał wozy za spiesznie, zamiast zbliżać się do wozu zwolna, jak to czynić był winien, najechał nań tak silnie, że wóz zbiegł ze stacyi. *Palacz*, który pełnił służbę na maszynie szykującej wozy, stwierdza wprawdzie jakoby maszynista widząc tarczę przed wozem, na który najechał, odciął dalszy dopływ pary do wnętrza cylindrów, lecz szybkość jazdy była zawsze jeszcze tak znaczną, że pomimo odcięcia pary i hamowania tendera, impet ruchu wystarczał do strącenia wozu w dół. *Maszynista* zaś twierdzi, że jechał umiarkowanie, że zamknął dalszy dopływ pary do wnętrza cylindrów, w chwili ujawienia się sygnału i dał nakaz do hamowania tendera, który to nakaz, ze strony palacza wykonanym jednak nie został. Nie usłuchanie nakazu, jest więc przyczyną wypadku, nie zaś spieszna jazda, jak to palacz utrzymuje, który chcąc pokryć własną winę, do kłamstwa się ucieka.

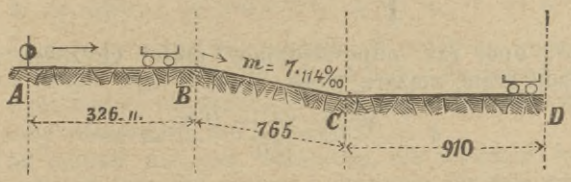
Wobec tych sprzecznych sobie zdań, jest rzeczą ważną skonstatować, jak spiesznie maszynista właściwie jechał, gdyż w takim tylko razie orzec będzie można, czy jechał spieszniej jak było dozwolono, czy też nie.

Z wielkości siły, którą maszyna na wóz uderzyła, wnioskować można pod pewnemi okolicznościami na chyżość najazdu, a więc na szybkość ruchu lokomotywy. Siłę uderzenia szacować można podług długości drogi, którą wóz przebiegł po uderzeniu.

W tym to celu następuje dokładne zdjęcie, które wykazuje co następuje:

Najeżdżająca lokomotywa waży wraz z jej tenderem 45 tonn, wóz zaś na który najechała, 15 tonn. Tarcza przedstacyjna stoi w odległości 326·11^m od wozu, spadek wynosi 7·114‰ mając 765^m długości, a wóz zatrzymał się na poziomej w oddaleniu 910^m od końca spadku. *(Figura 50).*

Fig. 50.



Skoro x oznacza chyżość, biegu w metrach na sekundę w chwili, w której toczący się wóz opuszcza spadek, a wstępuje na poziomą, a więc chyżość w punkcie C, to wynosi mechaniczna praca, którą wóz w tym punkcie mieć musiał. 51 x^2 meterkilogramów na każdą tonnę jego ciężaru, która to praca zniweczoną została ruchem po poziomej, podczas 910 metrowej drogi.

Zbiegły wóz toczyć się począł na poziomej chyżością x metrów, bieg swój zakończył zaś chyżością zero, porusza się przeto przeciętną chyżością $\left(\frac{x}{\sqrt{3}}\right)$ metrów. Opór jednostkowy, zjawiający się podczas ruchu wynosi przeto na każdą tonnę ciężaru toczącego się wozu

$$\left(4 + \frac{x^2}{150}\right)$$

kilogramów, mechaniczna zaś praca potrzebna do zwalczania tegoż oporu podczas drogi 910^m wynosi:

$$\left|4 + \frac{x^2}{150}\right| 910$$

meterkilogramów. Mamy przeto równanie:

$$\left(4 + \frac{x^2}{150}\right) 910 = 51\ x^2$$

wydające x = 9.

Toczący się wóz przybył więc do stopy spadku, czyli do punktu C szybkością 9^m na sekundę, wszczął przeto bieg swój na tymże spadku szybkością, która mniejszą być musiała od szybkości 9^m. Wyraża x chyżość, jaką wóz rozpoczął bieg swój w kierunku spadku, a końcowa chyżość tego biegu wynosi 9^m, to wóz biegnie po spadku B C, przeciętną szybkością:

$$\sqrt{\frac{9^2 + x^2 + 9\,x}{3}}$$

metrów, opór zaś, odpowiadający takiej chyżości, wynosi na każdą tonnę ciężaru wozu:

$$4 + \frac{9^2 + x^2 + 9\,x}{150} = a$$

kilogramów. Ponieważ ruch wozu odbywa się w kierunku spadku, którego stromość wynosi $7{\cdot}114\,^0/_{00}$, więc opór ów, spada do wartości:

$$(7{\cdot}114 - a)$$

kilogramów. Mechaniczna praca potrzebna do zwalczania tego oporu podczas 765-metrowej drogi, wynosi zaś:

$$(7{\cdot}114 - a)\ 765$$

meterkilogramów. Tonna ciężaru, mając w początku biegu chyżość x, zwiększając chyżość swą podczas drogi do wartości 9^m, produkuje podczas swego biegu w kierunku spadku mechaniczną pracę, wynoszącą:

$$51\ (9^2 - x^2)$$

meterkilogramów. Ponieważ opór, pracę tę strawił, więc mamy:

$$(7{\cdot}114 - a)\ 765 = 51\ (9^2 - x^2)$$

zkąd po wstawieniu za a odpowiedniej wartości wypada:

$$x = 6$$

W chwili rozpoczęcia biegu w kierunku spadku, a więc w punkcie B, otrzymał zbiegający wóz chyżość 6^m.

Maszyna najeżdżająca na wóz, biegła więc przed uderzeniem szybciej niż chyżością 6^m, zkąd wniosek, że maszynista spieszniej jechał jak chyżością 6^m na sekundę. O ile zaś jechał spieszniej, wyznaczyć można w przybliżeniu jak następuje:

Zderzają się ze sobą dwie masy **M** i **m**, z których masa **M** porusza się chyżością **C**, masa **m**, zaś chyżością **c**, a **v** oznacza chyżość wspólną, którą masy biegną po zderzeniu się, będzie:

$$v = \frac{MC + mc}{M + m}$$

W naszym przypadku jest:

$$M = 45{\cdot}51, \quad m = 15{\cdot}51, \quad c = 0, \quad v = 6$$

uwzględniając te wartości, wypada $C = 8$, co znaczy, że maszyna biegła chyżością 8^m na sekundę. Ponieważ na linii jechać było wolno chyżością 9^m, więcby się wydawać mogło, jakoby maszynista nic nie zawinił.

Tak jednak nie jest, rachunek nie wykazał bowiem nic więcej, jak tylko że maszyna uderzając na wóz, uczyniła to chyżością 8^m, ponieważ jednak maszynista, jak to jego palacz stwierdza, odciął dalszy dopływ pary jeszcze w oddaleniu $326{\cdot}11^m$ przed zderzeniem się z wozem, więc maszyna będąc pozbawioną siły pary przebywała drogę tę, chyżością coraz więcej się zwalniającą. W chwili zamknięcia regulatora biegła najspieszniej, zwalniając bieg swój w miarę długości drogi, którą przebywała.

W chwili mijania tarczy sygnałowej (a więc przed odcięciem dopływu pary do wnętrza cylindra) chyżość jazdy musiała być większą niż 8^m, gdyż malejąc podczas jazdy, spadła przy końcu biegu do wartości 8^m. Oznacza **x** chyżość jazdy, w chwili zamknięcia regulatora, a chyżość ta spadła przy końcu 326·11 metrowej drogi, do wartości 8^m, to lokomotywa posuwała się szybkością:

$$\sqrt{\frac{x^2 + 8^2 + 8x}{3}}$$

metrów, opór ruchu wynosił zaś w takim razie:

$$4 + \frac{x^2 + 8^2 + 8x}{150}$$

kilogramów, na każdą tonnę ciężaru lokomotywy. Mechaniczna praca potrzebna do zwalczania tego oporu, podczas drogi $328{\cdot}11^m$, wynosi przeto:

$$\left\{4 + \frac{x^2 + 8^2 + 8x}{150}\right\} 326{\cdot}11$$

meterkilogramów. Ponieważ mechaniczna praca jednej tonny ciężaru, której chyżość spada z wartości x do wartości 8^m, wynosi 51 $(x^2 - 8^2)$ meterkilogramów, więc mamy równanie:

$$326 \cdot 11 \left(4 + \frac{x^2 + 8^2 + 8x}{150}\right) = 51\ (x^2 - 8^2)$$

z którego wypada:

$$x = 10$$

Maszynista jechał więc na otwartej linii chyżością 10^m, a więc *spieszniej* jak było dozwolono.

24.

Jazda w kierunku spadku.

Dotychczas zastanawiano się nad jazdą w kierunku *wzniesień*, następnie poznać wypada właściwości jazdy w kierunku *spadków*.

Przedewszystkiem zaznaczyć wypada, że ciężar pociągu odgrywa tutaj inną rolę niż na wzniesieniu. Jadąc w kierunku spadku, nie trzeba bowiem pociąg ciągnąć, lecz owszem wstrzymywać go trzeba, skoro stromość spadku tego wymaga. Składowa ciężaru, która jadąc w górę, sprawiała opór, działa jadąc w dół, zgodnie ze siłą przewozową. Jadąc w kierunku spadku, znachodzi więc siła przewozowa sprzymierzeńca, którego nie miała jak długo maszyna szła w górę. Składowa ta, działając nieprzerwalnie podczas całej jazdy w dół, sprawia, że ruch w kierunku spadku staje się ruchem przyspieszonym, którego *przyspieszenie* obliczyć można jak następuje:

Na pociąg stojący na spadku, mającym stromość $m^0/_{00}$ działa w kierunku spadku, składowa siły ciążenia wynosząca na każdą tonnę jego ciężaru, m kilogramów, jakoteż jednostkowa siła przewozu (siła pary) wynosząca na tonnę ciężaru σ kilogramów. W kierunku zaś odwrotnym, działa opór jednostkowy wynoszący na tonnę ciężaru o kilogramów i opór sprawiony przykręcaniem hamulców, wynoszący k kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, w całości więc opór $(k + o)$ kilogramów. Siła, pod wpływem której ruch w kierunku spadku się odbywa, wynosi przeto:

$$\left[(\sigma + m) - (k + o)\right] = a$$

kilogramów na każdą tonnę ciężaru pociągu.

Pod wpływem tej siły, zwiększać się musi szybkość jazdy coraz więcej, a przyspieszenie wyniesie na sekundę p metrów, będzie przeto:

$$p = \frac{a}{102}$$

Chyżość, która w chwili rozpoczęcia jazdy wynosiła c^m, wzrośnie po upływie czasu t sekund, do wartości:

$$v = c + pt$$

metrów, droga zaś, którą pociąg w tym czasie przebył, będzie

$$s = ct + \frac{1}{2} pt^2$$

metrów. Z obydwóch tych równań wypada zaś, znany nam już z § 12 wzór:

$$p\ s = \frac{v^2 - c^2}{2}$$

Oznaczamy siły ruch *utrzymujące* przez u, siły zaś ruch *trawiące* przez t, to będzie:

$$(\sigma + m) = u; \quad (k + o) = t$$

Uwzględniając to, otrzymujemy z powyższego wzoru:

$$(u - t)\ s = 51\ (v^2 - c^2)$$

a więc ten sam wzór, który przytoczono w § 12 pod numerem 17, zkąd wniosek, że wzór ów, obejmuje nietylko prawo ruchu w kierunku wzniesień, ale nadto także prawo ruchu w kierunku spadków.

Przykład I.

Jaką stromość nadać trzeba spadkowi leżącemu w łuku, którego promień wynosi 300^m, aby na nim stojące wozy z niego się nie staczały?

Ponieważ tutaj nie działają ani para, ani hamulce, więc $\sigma = o$, $k = o$, ponieważ wozy pozostają w spoczynku, więc $c = o$, ze względu zaś, że wogóle biedz nie mają, że więc uzyskana chyżość ma otrzymać wartość zero, będzie $v = o$.

Siły ruch utrzymujące redukują się więc do jednej tylko siły, a mianowicie do składowej ciężaru wozów, wynoszącej na tonnę ich ciężaru **m** kilogramów, siły zaś ruch trawiące, redukują się do oporu jednostkowego, wynoszącego **o** kilogramów na tonnę ciężaru, mamy więc:

$$u = m, \quad t = o$$

a przeto:

$$(m - o) = \text{zero}$$

czyli $m = o$.

Mają się więc wozy na spadku utrzymać, to stromość jego nie śmie wynosić więcej milimetrów, jak opór jednostkowy wynosi kilogramów.

Wynik ten rozumie się zresztą sam przez się, bo opór **o** i składowa **m** działają na poziomie szyn w odwrotnych kierunkach od siebie, muszą się przeto znosić skoro nastąpić ma równowaga między siłą wozy w dół ciągnącą, a siłą ruchowi takiemu się sprzeciwiającą. Ponieważ spadek leży w łuku, więc stromość spadku prostego jemu się równoważącego wynosi:

$$m - \frac{600}{300} = (m - 2)$$

milimetrów, ponieważ opór dla chyżości zero, wynosi 4 kilogramy na tonnę ciężaru, czyli $o = 4$, mamy:

$$(m - 2) = 4$$

czyli:

$$m = 6^0/_{00}$$

co znaczy, że ze spadku, mającym stromość $6^0/_{00}$, leżącym w łuku, który zatoczono promieniem 300^m, wozy skutkiem własnego ciężaru w dół się nie stoczą, co jednak nastąpi, skoro stromość spadku się zwiększy, lub łuk łagodniejszym będzie.

Przykład 2.

Jak silnie pracować musi lokomotywa, rozpoczynająca bieg swój w kierunku spadku $4{\cdot}84^0/_{00}$ chyżością 5^m, aby po przebyciu drogi $382{\cdot}5^m$ chyżość biegu się podwoiła?

Tutaj mamy: $c = 5$, $v = 2 \times 5 = 10$, $m = 4{\cdot}84$, $k = o$, $s = 382{\cdot}5$ siła ruch utrzymująca wynosi

$$(\sigma + 4{\cdot}84),$$

siła zaś ruch trawiąca

$$4 + \frac{10^2 + 4^2 + 4 \times 10}{150} = 4{\cdot}84$$

za pomocą tych wartości otrzymujemy z podanego wzoru, $\sigma = 10$, co znaczy, że lokomotywa pracować musi siłą, wynoszącą 10 kilogramów na tonnę ciężaru pociągu.

Przykład 3.

Maszyna wydająca 3000 kilogramów siły przewozowej, prowadząc pociąg, który waży 300 tonn, chyżością 5^m na sekundę, wstępuje na spadek, mający $5{\cdot}84^0/_{00}$ stromości, a leżący w łuku zatoczonym promieniem 600^m. Zachodzi pytanie jaką szybkość uzyska pociąg po przebyciu drogi $382{\cdot}5^m$?

Mamy: $s = 382{\cdot}5$, $c = 5$, $m = 5{\cdot}84 - \frac{600}{600} = 4{\cdot}84$, $\sigma = \frac{3000}{300} = 10$, $o = \frac{v^2 + 5^2 + 5.v}{150}$ siły ruch utrzymujące: $u = (m + \sigma) = 14{\cdot}84$ siły ruch trawiące: $t = o$, a przeto z powyższego równania: $v = 10^m$.

Po przebyciu $382{\cdot}5$ metrowej drogi, wzrośnie więc chyżość do wartości 10^m.

25.

Bieg wozów, toczących się wolno w kierunku spadku.

Wóz, tocząc się wolno w kierunku spadku, biedz będzie w dół coraz spieszniej, chyżość jego biegu nie będzie jednak wzrastać bez końca, gdyż w miarę szybkości biegu i opór się zwiększa. Wynika ztąd, że nawet na najstromszym spadku nadejść musi kiedyś chwila, począwszy od której, chyżość biegu dalej zwiększać się już nie będzie.

Chyżość zaś końcową, którą wozy osięgną po przebyciu pewnego czasu, obliczyć można ze wzoru numer 17, uwzględniając, że w takim razie być musi $\sigma = o$, $k = o$ a przeto $u = m$, $t = o$. Mając na oku opór przeciętny, pisać wypada:

$$o = 4 + \frac{v^2 + c^2 + vc}{150}$$

zkąd otrzymamy:

$$v = -\frac{c.s}{2(a+s)} + \sqrt{\frac{4a^2 - 3s^2}{4(a+s)^2}c^2 + \frac{150\,(m-4)s}{(a+s)}} \quad ..31)$$

w którym wzorze wynosi:

$$a = 7650$$

wzór ten, wyrażający końcową chyżość biegu, nie posiada jednak praktycznej wartości, gdyż zanadto jest zawiłym.

Na spadku $4^0/_{00}$ wyniesie końcowa chyżość, ponieważ w takim razie $m = 4$

$$v = \frac{\sqrt{4\,a^2 - 3s^2} - s}{2\,(a + s)}c$$

z którego wzoru wypada dla

$$a = s = 7650^m$$

$v = o.$

Na spadku takim, nie wzrasta więc chyżość biegu w miarę przebytej drogi, lecz owszem zmniejsza się coraz więcej, aż spadnie nareszcie w odległości 7650^m do wartości zera, bez względu na to, jaką chyżością wóz bieg swój rozpoczął.

Wstawiając w powyższy wzór $c = o$, otrzymujemy:

$$v = \sqrt{\frac{150\,(m - 4)}{7650 + s}.s} \ldots$$

wzór służący do obliczania końcowej chyżości, wolno toczących się wozów, rozpoczynający bieg swój chyżością zero, a biegnących na przestrzeni s metrów.

Tutaj wyraża:

v... chyżość biegu w metrach na sekundę, po przebyciu s metrowej drogi.
m... wyrównana stromość spadku w milimetrach.
s... drogę w metrach, którą wozy na spadku przebyły.

Pisząc wzór powyższy we formie:

$$v = \sqrt{\frac{150\,(m - 4)}{1 + \frac{7650}{s}}}$$

poznajemy, że wolno w kierunku spadku toczące się wozy, pędzą wprawdzie coraz spieszniej, szybkość ich biegu bez końca jednak nie wzrasta. Maksymalną wartość, jaką chyżość uzyskać może, wynosi bowiem wstawiając tam $s = \infty$

$$v_{max} = \sqrt{150\,(m - 4)} \ldots \qquad 33)$$

metrów na sekundę.

Szwajcarska kolej, prowadząca na górę *Uitli*, jest najstromszą koleją na świecie, tory jej wznoszą się bowiem 70‰, wóz rozpoczynający bieg swój na tej kolei chyżością zero, nabraćby mógł co najwięcej chyżości:

$$v_{max} = \sqrt{150\,(70 - 4)} = 104^m$$

na sekundę, którą biegłby już jednostajnie, gdyby ona wogóle była dozwoloną. Na spadku 5‰ osiągnąć zaś może wolno w dół toczący się wóz, już tylko chyżość:

$$\sqrt{150\,(5 - 4)} = 7^m$$

na sekundę.

W celu uwidocznienia związku, jaki zachodzi między stromością spadku, długością drogi i chyżością jazdy, obliczono podług wzoru numer 32 następującą tabliczkę:

Rozpoczynając jazdę chyżością zero wzrasta chyżość biegu:					
po przebyciu drogi w metrach	na wyrównanym spadku ‰				
	5	10	15	20	25
	do wartości metrów na sekundę.				
500	3·0	7·4	10·5	12·1	13·9
1000	4·1	10·2	13·8	16·7	19·1
2000	5·5	13·7	18·2	22·3	—
3000	6·5	15·8	21·5	—	—
4000	7·2	17·5	—	—	—
5000	7·8	18·9	—	—	—

Z tej tabliczki widzimy, że na spadku 15‰ chyżość wzrośnie po przebyciu 3000^m do wartości $21{\cdot}5^m$ na sekundę po przebyciu dalszych 1000^m, a więc po przejeździe prze-

strzeni 4000^m, chyżość biegu wolno toczących osi wozów, przekroczy już granicę $22{\cdot}2^m$ (80 kilometrów na godzinę) wyznaczoną jako maximum chyżości na drogach żelaznych. Na spadku zaś mającym stromości $25^0/_{00}$, przewyższa chyżość wolno biegnąących wozów owe maximum, już po przebyciu 2000^m drogi i t. p.

Jako przykład, jak wielkich rozmiarów nabrać może chyżość zbiegających wozów, niechaj posłuży straszliwy wypadek, który się wydarzył na dniu $^{30}/_{11}$ 1875 na szwajcarskiej kolei, zbudowanej, podług systemu *Wetli*, a prowadzącej z *Waedensweil* do *Einsiedeln*. Podczas jazdy z góry na dół po spadku $55^0/_{00}$ psuje się jedyny hamulec znajdujący się przy pociągu składającego się z jednego wozu i jednej lokomotywy.

Lokomotywa i wóz poczynają się toczyć w kierunku spadku coraz chyżej, a szybkość biegu wzrasta do tego stopnia, że przestrzeń 8 kilometrów przebyto w ciągu 5 minut, tak więc że po upływie tego czasu, szybkość biegu wzrosła do wartości:

$$v = \sqrt{\frac{150(50 - 4)8000}{7650 + 8000}} = 36^m$$

na sekundę, czyli 129·6 kilometrów na godzinę!

Z 14 osób znajdujących się wówczas przy pociągu,

zginęło	2
skaleczono mocno . . .	9
uszkodzono lekko . . .	1
uszło szczęśliwie bez szwanku	2
Razem:	14

Pomiędzy temi dwoma, którzy uszli szczęśliwie znajdował się budowniczy; twórca owej kolei, słynny inżynier *Wetli*.

Drugi przykład, (a tą razą już bez najmniejszego wypadku) przedstawiają nam na dniu $^5/_6$ 1878 na kolei Busztechradzkiej zbiegłe wozy. Ze stacyi *Krima Neudorf* zbiegły dwa wozy w kierunku spadku $20^0/_{00}$ i zatrzymały się dopiero w 8700^m odległej stacyi *Domina-Schoenlind*, do której dotarły 7 minut po wyruszeniu w drogę. Podług wzoru 32 wynosi końcowa chyżość biegu tych wozów:

$$v = \sqrt{\frac{150\ (20 - 4).8700}{7650 + 8700}} = 35{\cdot}7^m$$

na sekundę.

Gdyby obliczyć chciano drogę, którą wolno w dół toczące się wozy przebiedzby musiały, chcąc uzyskać przy końcu biegu, chyżość 80 kilometrów na godzinę, t. j. chyżość, dozwoloną w Austryi jako maksimum, wstawić trzeba we wzór podany pod numerem 32, v = 22·2, w którym to razie otrzymamy:

$$s = \frac{25133}{m - 7 \cdot 28}$$

metrów.

Z tego wzoru wypada, że na spadkach mniej stromych niż 7·28‰ wolno biegnące wozy nie uzyskałyby nigdy chyżości 80 kilometrów, chociażby toczyć się miały nieskończenie długo; dopiero na spadkach stromszych jak 7·28‰ dojść może chyżość do owej wartości. Następująca tabelka wykazuje przestrzenie, po przebyciu których, chyżość jazdy na rozmaitych spadkach dochodzi do możliwego maksimum t.j. do $22 \cdot 2^m$ na sekundę.

Spadek wyrówn. ‰	droga w metrach	spadek wyrówn. ‰	droga w metrach
10	9240	18	2345
12	6756	20	1976
13	4393	22	1775
15	3255	24	1503
16	2882	25	1417

Wolno biegnący wóz, wszczynając ruch swój w kierunku 10‰ stromego spadku chyżością zero, uzyska dopiero po przebyciu drogi 9240^m = 9·24 kilometrów, maksymalną chyżość 80 kilometrów na godzinę, czyli chyżość $22 \cdot 2^m$ na sekundę.

26.

Szybkość jazdy w spadkach ze względu na bezpieczeństwo ruchu.

Wspomniano już w §. 4, że skoro koło wozu wykonuje więcej jak cztery obroty w sekundzie w około swej osi, bieg wozu bezpiecznym być przestaje, wykazano także (§ 2)

granice, jakie chyżości jazdy stawiają ustawy. Ztąd wysnuć można wniosek, że skoro się w spadkach nie jedzie szybciej, jak ustawy dozwalają, bezpieczeństwo ruchu zagrożonem być nie może.

Tak jest w samej istocie. Jak długo szybkość jazdy nie przekracza granicy, które jej ustawy pociągnęły ruch pociągów bezpiecznym będzie. Zazwyczaj nie posuwają jednak koleje chyżość swych pociągów do tej ostatecznej granicy, a najmniej dzieje się to w spadkach.

Jadąc bowiem w kierunku *wzniesienia*, chyżość jazdy zbyt wiele wzróść nie może, siła pary, stromość wzniesienia, i ciężar pociągu stoją nadmiarowemu jej wzrastaniu na przeszkodzie. W *równi* znów, nie potrzeba nic więcej, jak tylko odciąć dalszy dopływ pary, do cylindrów lokomotywy prowadzącej pociąg, a szybkość jazdy wnet się poskromni. Inaczej w *spadkach*. Tutaj biegnie pociąg w dół, już nie skutkiem działania pary, które to działanie maszynista łatwo opanować może, lecz biegnie skutkiem działania siły ciążenia, którą to siłę już daleko trudniej ze stanowicka maszynisty poskramiać można. Maszynista, chcąc zmniejszyć szybkość biegu, wzywać musi do pomocy służbę pociągową. Regulowanie biegu pociągu toczącego się w kierunku spadku, zależnem jest od *współdziałania* kilku osób, przez co samo przestaje być operacyą tąk pewną, jakąby było, gdyby osiągnione być mogło czynnością jednego tylko człowieka.

Mając tę okoliczność na względzie, nie mniej także, że skutek hamowania zawisł oprócz współdziałania służby pociągowej, także od stanu w jakim się znajdują szyny (na szynach wilgotnych trudniej hamować, jak na suchych) stan ten zaś podczas jazdy zmieniać się może, ograniczają koleje chyżość jazdy w spadkach, niedopuszczając nawet tej chyżości, na którą zezwalają w równiach.

Zasadę, że pociąg nie śmie w spadkach biedz tak szybko jak biegnie w równiach, przyjęto prawie powszechnie, chodzi teraz tylko o to, jak wielką jest możebnie największa szybkość dozwolona na spadkach.

Gdyby na pewnej kolei nie wolno było nigdzie spieszniej jechać, jak chyżością 10^m na sekundę, to widzimy, że pociąg biegnący w kierunku spadku mającego stromości 15‰ uzyska chyżość tę, już po przebyciu 500^m. Wzór podany pod numerem 32 wykazuje bowiem, że po przebyciu takiej drogi, chyżość biegu wzrasta już do wysokości $10{\cdot}5^m$ na sekundę, że więc przekraczać już poczyna granicę, którą jej pociągniono.

Tak się rzecz ma, gdy pociąg wstępując na spadek, rozpoczyna bieg swój chyżością zero, posiada on zaś w chwili wstąpienia na spadek, chyżość, którą przybył do załamania się profilu, n. p. chyżość 5^m, to szybkość biegu jego, zwiększy się po przebyciu 500^m drogi o owe $10{\cdot}5^m$, wyniesie więc w całości $5+10{\cdot}5=15{\cdot}5^m$ na sekundę, jak to się przekonać można, wstawiając we wzór numer 31.

$$c=5,\ s=500,\ m=15$$

w którym to razie, otrzymujemy: $v=11{\cdot}3^m$.

Widzimy więc, jak bacznym być musi maszynista nie chcąc dopuszczać, aby szybkość biegu zwiększała się po za dozwoloną granicę.

Chyżość jaką uzyskuje pociąg biegnący wolno w kierunku spadku, a więc skoro pozostaje li tylko pod wpływem siły ciążenia, wyraża wzór podany pod numerem 31. Zadowalając się przybliżeniem, otrzymać można wzór daleko prostszy, wstawiając bowiem we wzór podany pod numerem 17:

$$\sigma = o,\quad k = o,\quad o = 4,\quad u = m,\quad t = 4$$

suponując więc, że opór ruchu niezależnym jest od chyżości jazdy, otrzymujemy wzór:

$$v = \sqrt{c^2 + \frac{(m-4)\,s}{5l}} \ldots \qquad 34)$$

w którym wyraża:

v... chyżość biegu, w metrach na sekundę, jaką pociąg uzyskuje po przebyciu drogi **s** metrów, leżącej w spadku mającym **m** $^0/_{00}$ stromości, rozpoczynając bieg swój, chyżością **c** metrów na sekundę.

c... chyżość, w metrach na sekundę, przy rozpoczęciu biegu, w kierunku spadku.

s... drogę w metrach, przebytą na spadku,

m... wyrównaną stromość spadku.

Ze wzoru powyższego wypada, dla $m = 4$; $v = c$, co znaczy, że na spadku mającym stromości $4^0/_{00}$ chyżość jazdy wcale się nie zwiększa, ma ona bowiem po przebyciu chociażby nawet najdłuższej drogi, tą samą wartość, jaką miała przy rozpoczęciu biegu. Wynika ztąd, że na spadkach łagodniejszych od spadku $4^0/_{00}$, chyżość końcowa nawet mniejszą być może od chyżości przy rozpoczęciu biegu. Na spadkach takich, odbywa się więc ruch podobnie, jak na wzniesieniach, chyżość biegu nie wzrasta w miarę długości

drogi, lecz owszem maleje. Wysnuwamy ztąd wniosek, że spadki mające stromości 4‰ jakoteż spadki łagodniejsze, nie wypada uważać jako *spadki*, lecz owszem zaliczać je można do rzędu *poziomych*.

Ztąd też zwyczaj, brania *spadków* w rachubę dopiero gdy stromość ich przekracza 4‰.

Wypowiedziano już zasadę, że jazda w spadkach nie śmie tak szybko się odbywać, jak w równiach, o ile zaś wolniej jazda ma się odbywać zależy od tego, na jaką przestrzeń ma się pociągi zatrzymywać, a więc od stromości spadku. W paragrafie 31 wykażemy ile mieć trzeba hamulców do dyspozycyi, chcąc zatrzymywać pociągi na danej przestrzeni, tutaj tylko przytoczę *doświadczalną* granicę, której koleje się trzymają kierując bieg swych pociągów w spadkach.

Scheffler, niemiecki radca budowy podał, na zgromadzeniach techników odbytych w *Harzburg* i *Eisenach* w latach 1877 i 1878 następującą tabelkę:

Możebnie największa szybkośc jaką dozwalać można w spadkach ze względu na bezpieczeństwo ruchu, dochodzić może				
w spadku ‰	przy pociągach			
	pospiesznych		osobowych	
	do wartości			
	metrów na sekundę	kilometrów na godzinę	metrów na na sekundę	kilometrów na godzinę
5	21	75	17	60
7	20	74	16	58
8	20	73	16	57
10	20	71	15	55
11	19	70	15	54
12	19	69	15	53
14	18	67	14	51
17	18	65	13	48
20	17	62	12	45
25	16	58	11	40

W którem to zestawieniu, rozumiano pod nazwą pociąg *osobowy*, pociąg którego chyżość nie przewyższa chyżości 60 kilometrów na godzinę, pod nazwą zaś, pociąg *pospieszny*, pociąg, który nie biegnie spieszniej, jak chyżością 75 kilometrów na godzinę.

Powyższa tabliczka normuje maxymalne chyżości w spadkach *prostych*, ponieważ chyżości dla łuków normuje tabliczka podana już w §. 14tym, więc uwzględniać trzeba oprócz powyższej, jeszcze i tę tabliczkę skoro się rozchodzi o normowanie możebne największej chyżości dla spadków *leżących w łukach*.

Tak n. p. możnaby prowadzić pociąg osobowy w kierunku spadku prostego, mającego stromości 10‰ najspieszniej chyżością 15^m na sekundę, gdyby żaś spadek ten, leżał w łuku, zatoczonym promieniem 300^m to przejeżdżać by go można najspieszniej, już nie chyżością 15^m lecz tylko chyżością 8^m na sekunnę, gdyż podług tabliczki podanej przy końcu §. 15, łuk takiej ostrości, spieszniej jak chyżością 8^m przejeżdżać nie można.

Prowadzi maszyna jakiś pociąg chyżością 8^m na sekundę, to nie ma powodu do zwalniania jazdy jak długo spadek leży w linii *prostej*, a szybkość ruchu przepisanej granicy nie przekracza, gdyż najmniejsza chyżość na spadkach takich, zawsze jeszcze jest większą od chyżości 8^m. Leży zaś droga w *łuku* zatoczonym promieniem 250^m to chyżość tę trzeba zwolnić, albowiem łuk takiej ostrości, przebywać można podług tabliczki §. 14 co najspieszniej chyżością 7^m na sekundę. Prowadziłaby zaś owa droga łukiem zatoczonym promieniem 600^m, to w takim razie nie mianoby powodu zmniejszać chyżości 8^m, gdyż łuki takie, przejeżdżać można bezpiecznie, jeszcze chyżością 10^m, a więc spieszniej, jak się jazda rzeczywiście odbywa.

Zamiast odnosić się do dwóch tabliczek, można je zespolić, a otrzyma się w takim razie następujące zestawienie, umieszczone na str. 340.

27.

Chyżość w spadkach, którą ze względu na hamulce dopuścić można.

Wykazano w poprzedniem paragrafie, że jazda w kierunku spadku nabrać może chyżości bardzo znacznych, a okoliczność ta, nasuwa myśl, że chyżość jazdy wzróśćby mo-

w łuku zatoczonym promieniem R metrów.	Ze względu na bezpieczeństwo ruchu dopuścić można co najwięcej w spadkach ‰																			
	5		7		8		10		11		12		14		17		20		25	
	przy pociągach																			
	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych
	szybkość jazdy w metrach na sekundę																			
1000	21	17	20	16	20	16	20	15	19	15	19	15	18	14	18	13	17	12	16	11
950	20	17	20	16	20	16	19	15	19	15	19	15	18	14	17	13	17	12	16	11
900	20	17	19	16	19	16	18	15	18	15	18	15	18	14	17	13	16	12	15	11
850	19	1[illegible]	19	16	19	16	18	15	18	15	18	15	17	14	16	13	16	12	15	11
800	19	17	19	16	18	16	17	15	17	15	17	15	17	14	16	13	16	12	15	11
750	18	16	18	15	18	15	17	14	17	14	17	14	16	13	15	13	16	12	14	11
700	18	16	17	15	17	15	16	14	16	14	16	14	16	13	15	13	15	12	13	11
650	17	16	17	15	17	15	16	14	16	14	16	14	16	13	15	12	15	11	13	10
600	17	16	17	14	16	14	15	14	15	14	15	14	15	13	14	12	14	11	12	10
550	16	15	16	14	16	14	15	13	15	13	15	13	15	13	14	12	14	11	12	10
500	16	15	16	14	16	14	15	13	15	13	15	13	15	12	14	11	14	10	12	9
450	15	14	15	13	15	13	14	13	14	13	14	13	14	12	13	11	13	10	12	9
400	14	14	14	13	14	13	13	12	13	12	13	12	13	11	12	11	12	9	11	9
350	13	13	13	12	13	12	13	12	13	12	12	12	12	11	11	10	11	9	10	8
300	12	12	12	12	12	12	12	11	12	11	11	11	11	10	10	9	10	9	9	8
250	11	11	11	11	11	11	11	10	11	10	10	10	10	9	10	9	9	8	9	7
200	10	10	10	10	10	10	10	9	10	9	10	9	9	9	9	8	8	7	8	7

gła tak dalece, że poskramnianie jej hamulcami, z trudnościami byłoby połączone. Ponieważ siła, jaką sprawić można hamowaniem jest ograniczoną, więc wystarczać może do zwalniania biegu tylko wtedy, jak długo chyżość jazdy nie przekracza owej granicy po za którą hamulce działać już przestają.

Chyżość tę, na którą ze względu na hamulce znajdujące się przy pociągu, jeszcze dopuścić można, zowiemy chyżością możebnie największą, a obliczać ją można w sposób następujący.

Wóz, przebywszy na spadku pewną drogę, gromadzi w sobie zasób mechanicznej pracy odpowiadający chyżości którą uzyskał. Chcąc wóz zatrzymać, trzeba ów zasób pracy, zniweczyć całkowcie. Chcąc zaś chyżość biegu zwolnić, zniweczyć trzeba tylko część tejże pracy. Posiadał wóz w chwili rozpoczęcia hamowania chyżość c^m to każda tonna jego ciężaru nagromadziła w sobie $51c^2$ meterkilogramów mechanicznej pracy, chcemy sprawić aby po przebyciu pewnej drogi, chyżość ta, spadła skutkiem hamowania do wartości v^m to zniweczyć trzeba hamowaniem mechaniczną pracę wynoszącą:

$$51\ (c^2 - v^2)$$

meterkilogramów na każdą tonnę ciężaru biegnącego pociągu.

Toczy się wóz na spadku mającym $m^0/_{00}$ stromości, to wynosi siła która go w dół pędzi, na tonnę jego ciężaru m kilogramów, sprawiamy hamowaniem siłę wynoszącą na tonnę ciężaru pociągu, k kilogramów, to siła ta, większą być musi od siły pociąg w dół pchającej skoro jazda w kierunku spadku ma się *zwalniać*.

Hamowany pociąg, tocząc się w dół, pozostaje przeto pod wpływem siły, wynoszącej na tonnę jego ciężaru:

$$(k - m)$$

kilogramów, przebiegł wóz podczas hamowania drogę s metrów, to wynosi mechaniczna praca sprawiona hamowaniem,

$$(k - m)\ s$$

meterkilogramów, mamy przeto równanie

$$51\ (c^2 - v^2) = (k - m)\ s$$

z którego wypada:

$$c = \sqrt{v^2 + \frac{(c - m)\ s}{51}} \quad . \ . \ . \qquad 35)$$

wzór wykazujący zależność chyżości jazdy od siły hamulców. Za pomocą tego wzoru obliczać można ową chyżość począwszy od której, hamowanie rozpoczynać trzeba, skoro skutkiem hamowania chyżość biegu spaść ma po przebyciu drogi s metrów, do wartości v^m. Ma się więc pociąg po przebyciu drogi s^m *zatrzymać*, to być musi v = o, a przeto:

$$c = \sqrt{\frac{(k - m)\, s}{5l}} \qquad 36)$$

wzór służący do obliczania owej chyżości, począwszy od której jadąc w kierunku spadku, rozpocząć trzeba hamowanie chcąc sprawić, aby po przebyciu drogi s metrów, pociąg w ruchu swym się zatrzymał.

W powyższych wzorach wyraża:

c... chyżość w metrach, na którą zezwolić można chcąc ze względu na hamulce jazdę zwalniać lub wstrzymywać na przestrzeni s metrów.

v... chyżość biegu, w metrach na sekundę, w chwili zakończenia hamowania.

s... drogę w metrach, którą pociąg przebiegł podczas hamowania

k ... siłę w kilogramach, wypadającą na tonne ciężaru pociągu, jaką hamowaniem sprawić można.

m... wyrównaną stromość spadku, w milimetrach.

Rozumie się samo przez się, że wstawiając we wzór podany w §. 12 pod numerem 17, u = m ; t = k, otrzymuje się również wzór podany pod numerem 35, albowiem siła ruch utrzymująca jest tutaj składową ciężaru pociągu spychając go w dół, a wynosząca m kilogramów na tonnę tegoż ciężaru, siła zaś ruch trawiąca, jest siłą hamowania.

Wzory podane pod numerami 35 i 36 wykazują więc możebnie największą chyżość, jaką na danym spadku dopuścić jeszcze można, ze względu na siłę sprawić się dającą hamulcami, które przy pociągu się znajdują.

Największy skutek jaki hamowaniem sprawić można, osiągniemy skoro tłoczki przylgną tak silnie do obwodu kół, że koła bliskie są postradania ruchu wirowego. Zamieni się ruch wirowy na ruch posuwisty t. j. nie będzie się pociąg *toczył* lecz się będzie *sunął*, to w takim razie opór *potoczysty* przeobrazi się na opór *posuwisty*, siła sprawiona hamowaniem, równać się przeto będzie adhezyi. Ponieważ wielkość adhezyi zmienia się ze stanem szyn (dział lokomotywa §. 8.) więc siła, jaką

możemy sprawić hamowaniem, zawisłą będzie od stanu w jakim się szyny znajdują. Na szynach suchych, znajdujących się w zwykłym stanie utrzymania, wyniesie adhezya 130, na szynach zwilżonych 100, na szynach powleczonych lodem, 80 kilogramów na tonnę ciężaru złożonego na osie przysposobione do hamowania.

Biegł wóz w kierunku spadku mającego stromość $25^0/_{00}$ a zatrzymać go chciano hamowaniem podczas pogody na przestrzeni 100^m, to rozpocząć trzeba hamowanie w chwili w której uzyskał chyżość (wzór 36.:)

$$c = \sqrt{\frac{130 - 25}{51} 100} = 14^m$$

na sekundę. Rozpoczęto by hamować później, n. p. w chwili gdy wóz biegnie chyżością 15^m na sekundę, to by go już na tej przestrzeni zatrzymać nie było można, gdyż w takim razie wydałby wzór numer 35 za **s**, większą liczbę, aniżeli $s = 100^m$.

Niezapominać należy, że siła hamonania tylko w takim razie wynosi podczas pogody 130 kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, skoro wszystkie koła znajdujące się przy pociągu były hamowane, hamujemy zaś nie wszystkie koła, lecz n. p. tylko $^1/_4$ ich część, to siła hamowania wyniesie w przybliżeniu tylko: $k = {}^1/_4 \times 130 = 32{\cdot}5$ kilogramów na tonnę ciężaru pociągu.

28.

Opór sprawić się dający hamowaniem.

Wspomniano już, że największa siła jaką sprawić można hamowaniem, równa się oporowi ruchu posuwistego, a ponieważ opór posuwisty nazwano adhezyą (dział lokomotywa §. 7), więc możebnie największa siła, jaką sprawić można hamowaniem, równać się będzie adhezyi.

Adhezya wynosi podczas pogody 130, podczas słoty 105 kilogramów na tonnę ciężaru złożonego na ślizgające się koła, a więc na tonnę ciężaru *hamowanego*. Hamujemy wszystkie koła znajdujące się przy pociągu, to wyniesie siła hamowania **h** kilogramów na tonnę ciężaru *pociągu*, skoro **h** wyraża adhezyę jednostkową. Nie hamujemy zaś wszystkich kół pociągu, lecz tylko pewną ich część, to wynosić będzie siła hamowania **h** kilogramów na tonnę ciężaru *złożo-*

nego na osie przysposobione do hamowania. Na tonnę ciężaru pociągu, nie wypadnie już **h**, lecz mniej siły n. p. **k** kilogramów.

Następnie obliczyć wypada, jak wielką będzie siła **k**, skoro nie wszystkie wozy wchodzące w skład pociągu przysposobiono do hamowania.

Spoczywa na osiach przysposobionych do hamowania, ciężar W^1 tonn, a hamując koła ile możności najsilniej, sprawiamy opór wynoszący **h** kilogramów na tonnę hamowanego ciężaru, to wynosi siła, sprawić się dająca hamowaniem tychże wozów:

$$h\,W^1$$

kilogramów, waży cały pociąg (nie licząc ciężar lokomotywy) **W** tonn, to spoczywa na osiach wolnych od hamulców, ciężar $(W - W^1)$ tonn, ponieważ każda tonna takiego ciężaru stawia ruchowi opór, wynoszący **o** kilogramów, więc wynosi całkowity opór, sprawiony kołami wolnemi od hamulców:

$$o\,(W - W^1)$$

kilogramów, całkowity opór hamowanego pociągu, wynosi przeto:

$$hW^1 + o\,(W - W^1)$$

kilogramów. Na tonnę ciężaru pociągu, wypada przeto:

$$\frac{hW^1 + o\,(W - W^1)}{W} = k$$

kilogramów oporu; któryto opór zowiemy *oporem hamowania.*

Złożono na osie przysposobione do hamowania **a**% całkowitego ciężaru pociągu, tak więc że

$$a = 100\,\frac{W^1}{W}$$

to wynosi opór hamowania:

$$k = o + \frac{a\,(h - o)}{100} \ldots \qquad 37)$$

wzór, służący do obliczania oporu, jaki sprawić się daje hamulcami, znajdującemi się przy pociągu.

Tutaj wyraża:

k... opór sprawić się dający hamowaniem, wypadający na tonnę ciężaru *pociągu*, wyrażony w kilogramach, czyli jednostkowy opór hamowania.

o... jednostkowy opór kół wolnych od hamulców, a więc opór w kilogramach, wypadający na tonnę ciężaru *niechamowanego*.

h... adhezya jednostkowa, czyli opór wypadający na tonnę ciężaru *hamowanego*, wyrażony w kilogramach.

a... procent ciężaru hamowanego, czyli część ciężaru pociągu, złożona na osie sposobne do hamowania, wyrażona w procentach całkowitego ciężaru pociągu.

Wzór podany pod numerem 37 uprościć można nieco, zważając, że opór kół niehamowanych, znika w porównaniu do oporu kół hamowanych, t. j. że **o** w porównaniu do **h** spada do wartości zera, w takim razie przechodzi wzór podany pod numerem 37 na wzór:

$$k = o + \frac{a.h}{100} \ldots \qquad 38)$$

wzór służący do obliczania oporu sprawić się dającego tą ilością hamulców, jaka się znajduje przy pociągu.

Przykład.

Pociąg ważący w całości 300 tonn, złożono w ten sposób z wozów sposobnych do hamowania i wozów wolnych od hamulców, że 60 tonn jego ciężaru spoczywa na osiach przysposobionych do hamowania. Skoro pociąg biegnie chyżością 10^m na sekundę, zachodzi pytanie. jak wielki opór sprawić będzie można hamowaniem?

Ponieważ na osiach, dających się hamować spoczywa $\frac{60}{300} \times 100 = 20\%$ całkowitego ciężaru pociągu, więc mamy $a = 20$. Suponując że hamujemy podczas słoty, będzie: $h = 105$, a ponieważ opór jednostkowy odpowiadający chyżości 10^m wynosi:

$$4 + \frac{10^2}{50} = 6$$

kilogramów, więc wydaje wzór numer 37:

$$6 + \frac{20\ (105 - 6)}{100} = 25{\cdot}8$$

co znaczy, że opór, jaki sprawić można hamowaniem, wynosi na każdą tonnę ciężaru pociągu 25·8 kilogramów. Siła hamowania wynosi więc w całości 25·8 $\times$ 300 = 7740 kilogramów. Gdyby zaś do obliczania siły hamowania użyto wzoru podanego pod numerem 38, otrzymanoby k = 27 kilogramów siły na tonnę ciężaru pociągu, lub w 27 $\times$300 = 8100 kilogramów, jako całkowitą siłę hamowania.

Niezapominać trzeba, że opór 25·8 kilogramów nie powstał li tylko z powodu przykręcania hamulców, ale nadto także z powodu naturalnego oporu wozów niehamowanych.

Ponieważ hamowano podczas słoty, więc wynosi h = 105 kilogramów na tonnę ciężaru złożonego na osie hamowane, ciężar ten wynosił 60 tonn, więc przykręcaniem hamulców sprawiono opór 105 $\times$ 60 = 6300 kilogramów, a ponieważ całkowity ciężar pociągu wynosi 300 tonn, więc sprawiono hamowaniem opór, który na tonnę ciężaru pociągu wynosi $\frac{6300}{300}$ = 21 kilogramów. Reszta oporu, wynosząca 25·8 — 21 = 4·8 kilogramów na tonnę całkowitego ciężaru pociągu, powstała z powodu naturalnego oporu, wozów wolnych od hamulców.

Ciężar wozów wolnych od hamulców, wynosi bowiem 300 — 60 = 240 tonn, a ponieważ opór tych wozów wynosi 6 kilogramów na tonnę ich ciężaru, więc sprawiają one opór wynoszący 6 $\times$ 240 = 1440 kilogramów. Na tonnę całkowitego ciężaru pociągu, wypada przeto opór $\frac{1440}{300}$ = 4·8 kilogramów.

29.

Przestrzeń potrzebna do zatrzymania pociągu.

Wynosi siła, jaką sprawić można hamowaniem przykręcając wszystkie hamulce znajdujące się przy pociągu, **k** kilogramów na tonnę ciężaru *pociągu,* a więc nie na tonnę ciężaru, złożonego na osie przysposobione do hamowania, to wypada na jednostkę masy, ze względu na to, że masa odpowiadająca ciężarowi jednej tonny, wynosi 102 kilogramów (dział lokomotywa § 38)

$$\frac{k}{102}$$

kilogramów siły, a ponieważ siłę odnoszącą się do jednostki masy, zowiemy *przyspieszeniem* (w naszym przypadku opóźnieniem) i wyrażamy ją literą **p**, więc mamy:

$$p = \frac{k}{102}$$

Toczył się pociąg w chwili rozpoczęcia hamowania chyżością c metrów na sekundę, to chyżość ta, zwalniając się co sekundę o p metrów, spadnie po upływie czasu t sekund do wartości

$$(c - pt)$$

metrów, ma się pociąg *zatrzymać*, to chyżość ta, równać się musi zeru, a będzie:

$$c - pt = o$$

zkąd

$$c = pt$$

metrów.

Droga zaś, którą pociąg zrobi podczas działania hamulców wyniesie:

$$s = \frac{c^2}{2\,p}$$

uwzględniając że:

$$p = \frac{k}{102}$$

otrzymujemy:

$$s = \frac{51\,c^2}{k}$$

przestrzeń potrzebną do zatrzymania pociągu biegnącego chyżością c^m, mając do dyspozycyi siłę hamowania, wynoszącą k kilogramów na tonnę ciężaru.

Rozumie się samo przez się, że do tego samego wzoru dochodzimy, wstawiając we wzór numer 17 podany w §. 12, v = o, u = o t = k.

Wstawiając we wzór powyższy, wartość za k wyrażoną wzorem numer 37 otrzymujemy:

$$s = \frac{5100\,c^2}{o\,(100 - a) + a\,h} \qquad 39)$$

Wzór służący do obliczania przestrzeni potrzebnej do zatrzymywania pociągów na linii prostej i poziomej.

Tutaj wyraża:

s... przestrzeń w metrach, potrzebną do zatrzymania pociągu
c... chyżość jazdy, w metrach na sekundę, w chwili rozpoczęcia hamowania
o... opór jednostkowy toczenia się, w kilogramach
h... adhezyę jednostkową w kilogramach.
a... ciężar złożony na osiach przysposobionych do hamowania, wyrażony w procentach całkowitego ciężaru pociągu.

Pociąg biegnący chyżością 10^m na sekundę przy którym połowę ciężaru złożono na osie przysposobione do hamowania, przebiegnie po rozpoczęciu hamowania podczas pogody drogę:

$$s = \frac{51.10^2.10^2}{4\ (100 - 50) + 50.130} = 76^m$$

zanim się zatrzyma.

Przyjmując o = 4, h = 130, otrzymujemy, zadowalając się przybliżeniem:

$$s = \frac{40.\ c^2}{a + 3} \qquad 40)$$

wzór służący do obliczania przestrzeni potrzebnej podczas pogody do zatrzymywania pociągu.

Tutaj wyraża:

s... przestrzeń potrzebną do zatrzymywania pociągu wyrażoną w metrach
c... chyżość jazdy, w metrach na sekundę, w chwili rozpoczęcia hamowania
a... ciężar złożony na osiach przysposobionych do hamowania, wyrażony w procentach całkowitego ciężaru pociągu.

Prawo wyrażone powyższym wzorem, ukrywa *się* pod postacią równobocznej *hiperboli*, której bok wynosi:

$$c\sqrt{40}$$

metrów, a której położenie uwidocznia figura 51, gdzie jest:

$$AO = 3,\ AB = c\sqrt{40}.\ OP = a,\ MP = s$$

Nie hamujemy pociągu wcale, to będzie a = zero, w takim razie zatrzyma się wolno puszczony pociąg dopiero po przebyciu przestrzeni

$$s = \frac{40 \cdot c^2}{3} = 13c^2 = ON$$

metrów. Hamujemy zaś wszystkie koła całego pociągu, to będzie a = 100, a pociąg zatrzymania się w takim razie na przestrzeni:

$$s = \frac{40 \cdot c^2}{103} = 0.4\ c^3 = O\ P$$

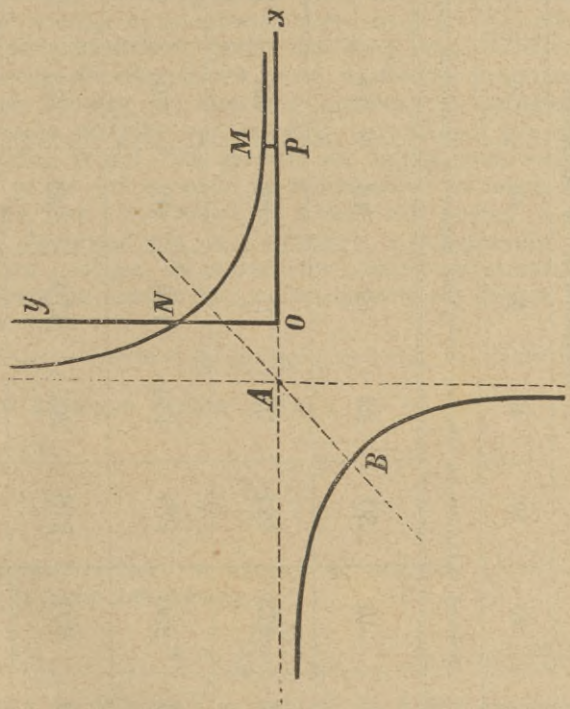


Fig. 51.

Wstawiając we wzór numer 40, za

$$c = 5,\ 10,\ 12,\ 15,\ 20$$

jakoteż:

$$a = 10,\ 20,\ 30,\ 40,\ 50,\ 60..$$

otrzymujemy następującą tabliczkę:

Chyżość jazdy w metrach na sekundę w chwili hamowania	pociąg biegnący podczas pogody po linii poziomej i prostej, przy którym spoczywa na osiach przysposobionych do hamowania									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	procent całkowttego ciężaru, zatrzymać można na przestrzeni wynoszącej metrów:									
5	77	43	30	23	19	16	14	12	10	9
10	307	173	121	93	75	63	55	48	43	39
12	443	250	175	134	109	91	79	70	62	56
15	693	391	273	209	170	43	123	108	97	87
20	1228	692	484	372	300	242	220	196	172	156

Pociąg biegnący chyżością 5^m, zatrzymać będzie można na linii prostej i poziomej na przestrzeni 10^m skoro 90% całkowitego ciężaru złożymy na osie przysposobione do hamowania, na 43^m zaś, skoro na osiach hamowanych spoczywa tylko 20% całkowitego ciężaru, biegnie zaś pociąg w chwili rozpoczęcia hamowania chyżością 10^m, to potrzeba hamując 20% ciężaru bruta do zatrzymania pociągu, przestrzeni 173^m.

Wzory powyżej podane jakoteż i tabelka, odnoszą się do pociągów biegnących podczas pogody na torze prostym i poziomym, biegnie zaś pociąg podczas słoty, lub toczy się podczas pogody w kierunku spadku, to nie wystarczają już owe przestrzenie do zatrzymania jazdy ową ilością hamulców. Chcąc pociągi zatrzymywać, trzeba mieć do dyspozycyi większą ilością hamulców, mając zaś daną ilość hamulców, potrzeba będzie do zatrzymania jazdy, większych przestrzeni.

Biegnie pociąg w kierunku spadku, to hamulcami zwalczać trzeba nietylko opór zwykły, ale także i siłę spychającą pociąg w dół. Siła sprawić się dająca hamowaniem nie będzie przeto już wynosić k kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, lecz o tyle mniej, ile wynosi siła, pociąg w dół ściągająca. Ponieważ siła ta, wynosi tyle kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, ile milimetrów spadek ma stromości, więc wyniesie na spadku $m^0/_{00}$ siła sprawić się dająca hamowaniem tylko

$$(k - m)$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu.

We wzór

$$s = \frac{51\ c^2}{k}$$

wstawić przeto trzeba w miejsce K, wartość (k — m), w którym to razie otrzymamy:

$$s = \frac{51\ c^2}{k - m} \qquad 41)$$

wzór służący do obliczania przestrzeni na której zatrzymać można pociąg daną ilością hamulców.

Tutaj oznacza:

s... przestrzeń w metrach na którą pociąg zatrzymać można hamowaniem.

c... chyżość biegu, w chwili rozpoczęcia hamowania, w metrach na sekundę

m... wyrównaną stromość spadku.
k... ciężar złożony na osiach sposobnych do hamowania, wyrażony w procentach całkowitego ciężaru pociągu.

Pociąg biegnący w chwili hamowania chyżością 10^m, zatrzymać można, hamując 50% ciężaru na spadku $20^0/_{00}$, na przestrzeni;

$$\frac{51.\ 10^2}{50-20} = 170_m.$$

Uwzględniając że jest:

$$k = o + \frac{a\ (h - o)}{100}$$

otrzymujemy wzór:

$$s = \frac{51\ 10^2\ c^2}{a\ (h - o) - 100\ (m - o)} \qquad 42)$$

Pociąg biegnący w kierunku spadku mającym $13^0/_{00}$ stromości, a leżącym w łuku który zatoczono promieniem 300^m; chyżością 8^m na sekundę, zatrzymać można podczas pogody hamulcami na których złożono $^1/_4$ całkowitego ciężaru pociągu, na przestrzeni:

$$\frac{51 \times 10^2 \times 8^2}{25\ (130 - 4) - 100\left(13 - \frac{600}{300} - 4\right)} = 133^m$$

gdyż w takim razie, mamy.

$$c = 8,\ a = 25,\ h = 130,\ o = 4,\ R = 300$$

$$m = \left(13 - \frac{600}{300}\right)$$

Gdyby zaś nie chodziło o zatrzymanie pociągu, lecz o zwolnienie chyżości jego biegu z wartości **c** do wartości **v** metrów, to byłoby w takim razie ze względu na wzór numer 17:

$$(k - m)\ s = 51\ (c^2 - v^2)$$

z którego wypada:

$$k = \frac{51\ (c^2 - v^2)}{k - m} \qquad 43)$$

wzór służący do obliczania przestrzeni, na której zwolnić można hamowaniem chyżość jazdy z wartości **c** do wartości v^m na sekuudę.

Gdyby na spadku $20^0/_{00}$ zwolnić chciano chyżość jazdy wynoszącą w chwili hamowania 10^m, do wartości 5^m mając do dyspozycyi

50% ciężaru złożonego na osie sposobne do hamowania, to potrzebowanoby na to przestrzeni:

$$\frac{51\ (10^2 - 5^2)}{50 - 20} = 127^m$$

Uwzględniając że jest:

$$k = o + \frac{a\ (h - o)}{100}$$

otrzymujemy:

$$s = \frac{5100\ (c^2 - v^2)}{a\ (h - o) - 100\ (m - o)} \qquad 44)$$

Gdyby zaś pociąg nie biegł podczas pogody, lecz posuwał się podczas słoty, to przestrzeń potrzebna do zatrzymania go w pędzie, byłaby daleko większą. Ponieważ przy oznaczaniu przestrzeni potrzebnych do zatrzymywania pociągów liczyć się wypada z warunkami możebnie najniekorzystniejszemi, więc będzie, zważając że w takim razie jest:

$$v = o,\ h = 105,\ o = 4$$

$$s = \frac{51\ c^2}{4 + a - m} \qquad 45)$$

wzór, wyrażający przestrzeń potrzebną do zatrzymywania pociągów podczas słoty.

We wzorach numer 43 i 44 wyraża:

s... drogę w metrach którą pociąg przebiega, będąc hamowanym.

c... chyżość jazdy, w chwili rozpoczęcia hamowania, mierzoną w metrach na sekundę.

v... chyżość pozostającą po ukończeniu hamowania, mierzoną w metrach na sekundę.

h... adhezyę jednostkową, w kilogramach, na tonnę ciężaru hamowanego.

o... opór jestnostkowy na poziomej, mierzony w kilogramach, wypadający na tonnę ciężaru pociągu.

m... wyrównaną stromość spadku

a... procent ciężaru hamowanego względnie do całkowitego ciężaru pociągu.

Przypuszczając że wynosi dla pociągów;

towarowych.. $c = 7^m$
osobowych .. $c = 14^m$

i uwzględniając zarazem, że pociągi takie, posiadać muszą podług austryackiej ustawy pewną, stósownie do spadku obraną ilość hamulców, uwidocznioną w następującej tabelce:

ne spadku wyrównanym ‰		przy pociągu			
		towarowym		osobowym	
		złożyć trzeba na osie przysposobione do hamowania, ciężar wynoszący całkowiiego ciężaru pociągu:			
		część	%	część	%
do	5	1/8	12	1/5	20
	10	1/7	14	1/4	25
	12	1/6	17	1/3	32
	17	1/5	20	1/3	33
	25	1/4	25	1/2	50

obliczyć mona podług wzoru numer 45, przestrzenie potrzebne do zatrzymywania pociągów na spadkach. Czyniąc to, otrzymujemy następujące zestawienie:

na spadku wyrównanym ‰	potrzeba do zatrzymywania pociągu	
	towarowego	osobowego
	ustawą przepisaną ilością hamulców, przestrzeni metrów	
5	228	526
10	312	526
12	275	400
17	357	500
25	625	344

Powyższe zestawienie uczy, że ilość hamulców przepisana ustawą, nie jest tak dobraną aby pociągi zatrzymywać było można, zawsze na jednakowej przestrzeni.

Jako najdłuższą przestrzeń przez którą pociąg będąc hamowanym biedz może, uważać należy oddalenie dwóch sąsiednich budników od siebie, bo na takiej przestrzeni, musi każdy pociąg dać się zatrzymać, skoro budnik mieć ma możność zatrzymywania pociągów. Przestrzeń ta, byłaby górną granicą, przestrzeń potrzebnych do hamowania. Jako dolną granicą (możebnie najkrótszą przestrzeń) uważać zać można przestrzeń, na której pociąg wstrzymać można, bez narażania go na niebezpieczne wstrząśnienia. Doświadczenia austryackiej kolei zwanej państwową pouczyły, że na spadkach 6·6‰ (1:150) zatrzymać się dawały pociągi biegnące chyżością 6 do 10^m na sekundę, na przestrzeni 650^m bez wszelkich nadzwyczajnie wielkich wstrząśnień, zkąd wniosek, że dystans 650^m uważać należy jako przestrzeń, na której pociągi zatrzymane być muszą.

Chodzi o zatrzymanie pociągów biegnących po linii poziomej, to wstawić trzeba we wzór 41 m = o, a otrzymamy w takim razie:

$$s = \frac{5l \cdot c^2}{a + 4} \cdots \qquad 46)$$

jako wzór służący do obliczania przestrzeni potrzebnej do zatrzymywania pociągów kursujących podczas słoty na linii poziomej.

Nie chodzi zaś o zatrzymanie pociągu, lecz tylko o zwolnienie jego chyżości z wartości c do wartości v metrów nie będzie potrzeba hamowaniem zniweczać pracę 51^2 lecz tylko pracę 51 $(c^2 - v^2)$ meterkilogramów, gdyż chyżość v czyli mechaniczna praca $51v^2$ pozostać ma w takim razie nienaruszoną.

Chcąc otrzymać przestrzeń na której sprowadzić można hamowaniem chyżość jazdy wynoszącą w chwili rozpoczęcia hamowania c, do wartości v metrów, wstawiać trzeba we wzór 45 w miejsce c^2, wartość $(c^2 - v^2)$, a będzie:

$$s = \frac{5l\,(c^2 - v^2)}{4 + a - m} \qquad 47)$$

wzór ten służący do obliczania przestrzeni potrzebnej do *zwalniania* jazdy daną ilością hamulców.

Tutaj wyraża:

s... przestrzeń w metrach, potrzebną do zwalniania jazdy.
c... chyżość jazdy w chwili ropoczęcia hamowania, w metrach na sekundę.
v... chyżość jazdy w metrach na sekundę po ukończeniu hamowania.
a... ciężar spoczywający na osiach przysposobionych do hamowania, wyrażony w procentach ciężaru całego pociągu.
m... wyrównaną stromość spadku.

Przykład.

W łuku zatoczonym promieniem 300^m leżącym w spadku którego stromość wynosi 13 $^0/_{00}$ uszkodziła woda tor, skutkiem czego miejsce to, spieszniej jak chżością 5^m na sekundę przejezdżać nie można.

Ażeby pociągi przy których $^1/_4$ całkowitego ciężaru spoczywa na osiach przysposobionych do hamowania, biegnąc chyżością 12^m na sekundę módz awizować, że chyżość ich spaść winna w miejscach tych, do wartości 5^m, ustawia się przed miejscem uszkodzonem, tarczę sygnałową.

Zachodzi pytanie, w jakim możebnie najmniejszem oddaleniu od miejsca uszkodzenia, ustawić trzeba sygnał, chcąc sprawić, aby na przestrzeni dzielącej sygnał od miejsca uszkodzonego, szybkość pociągów spadła skutkiem hamowania, w chwili przejazdu przez uszkodzone miejsce, do wartości 5^m na sekundę?

Wstawiając we wzór 47:

$$c = 12, \quad v = 5, \quad a = 25, \quad m = \left(13 - \frac{600}{300}\right) = 11$$

otrzymujemy:

$$s = 337^m$$

jako szukane oddalenie tarczy sygnałowej, od miejsca uszkodzenia.

30.

Czas upływający pomiędzy dostrzeżeniem sygnału, a rozpoczęciem hamowania.

Obliczając przestrzeń potrzebną do zatrzymywania pociągów, przyjęto że służba poczyna w tej samej chwili hamować, w której dostrzega sygnał do hamowania. Supozy-

cya podobna nie zgadza się jednak z doświadczeniem, albowiem człowiek nigdy nie jest wstanie rozpocząć jakąś czynność w tej samej chwili, w której przychodzi do pojęcia że ją wypełnić winien. Nie uwzględnianie tej okoliczności jest przyczyną, że przestrzenie potrzebne rzeczywiście do wstrzymywania ruchu, znacznie bywają większemi od tych, któro obliczono w poprzednim paragrafie.

Chcąc otrzymać wyniki zgodne z doświadczeniem, liczyć się przeto trzeba z tym faktem, że między dostrzeżeniem sygnału, a rozpoczęciem hamowania, upływa pewien czas, przez który pociąg biegnie nie będąc hamowanym, pomimo że sygnał hamować nakazywał.

Doświadczenie pouczyło, że daleko dokładniej niż zegarkiem, czas ten mierzyć się daje głośnem wyliczaniem liczb porządkowych, w jednem tempo. Ćwicząc się w głośnem wyliczaniu liczb porządkowych od 1 — 20, przekonamy się, że do wygłoszenia tego szeregu liczb, potrzeba czasu 15 sekund. Postępując w ten sposób, przekonano się wielokrotnie, że między dostrzeżeniem sygnału a rozpoczęciem hamowania, upływa przeciętnie 4 sekund. Zanim maszynista, dostrzegłszy niespodziewanie podany mu sygnał, wyda hamulczym rozkaz do hamowania, upływa 4 sekund, zanim każdy z hamulczych rozpocznie hamować, mija znowu 4 sekund, tak więc, że między sygnałem nakazującym hamowanie, a rozpoczęciem hamowania, leży 8 sekund.

Niezawiśle od podobnych obliczeń, oznaczyć można czas, upływający między dostrzeżeniem sygnału a rozpoczęciem hamowania, w sposób następujący:

Sprawiamy hamowaniem opór, wynoszący na każdą tonne ciężaru pociągu **k** kilogramów, a przebywa pociąg pod wpływem działania hamulców drogę **s** metrrów, to wynosi mechaniczna praca którą hamowaniem zniweczyć zdołamy **ks** meterkilogramów.

Posiadał pociąg w chwili rozpoczęcia hamowania, chyżość **c** metrów, to posiadał w chwili tej, zasób mechanicznej pracy, wynoszący $51c^2$ meterkilogramów na tonną ciężaru. Pracę tę, zniweczyć trzeba hamowaniem chcąc pociąg zatrzymać.

Mamy więc równanie:

$$ks = 51\ c^2$$

w którem nie znamy bliżej wielkości **s**.

Wynosi przestrzeń, na której pociąg się zatrzymał a, metrów (przestrzeń przebyta od chwili ukazania się sygnału

aż do chwili w której pociąg stanął), to część tej drogi wynoszącą s_1 metrów leżącą między chwilą dostrzeżenia sygnału, a rozpoczęcia hamowania, przebywa pociąg nie zostając pod wpływem działania hamulców. Droga podczas której koła pociągu są hamowane, wynosi przeto tylko

$$s = (a - s_1)$$

metrów, mamy wiąc:

$$k\,(a - s_1) = 51\,c^2$$

w którym związku oznaczyć trzeba bliżej drogę s_1. Ponieważ pociąg przebył tę drogę nie zostając pod wpływem hamulców, przebył ją przeto chyżością c metrów, a ponieważ potrzebował na to czasu t sekund, więc jest:

$$s_1 = c\,t$$

wstawiając tę wartość we wzór powyższy, otrzymujemy:

$$t = \frac{a\,K - 51\,c^2}{h\,c} \ldots \qquad 48)$$

sekund.

Gdyby n. p. zatrzymano pociąg hamowaniem w oddaleniu 151^m od punktu w którym hamować rozpoczęto, a wiedziano, że hamulce nie sprawiały większego oporu jak 100 kilogramów na każdą tonnę ciężaru pociągu, jakoteż że w chwili dostrzeżenia sygnału, pociąg biegł chyżością 10^m, o w ynosiłby czas upływający między sygnałem a rozpoczęciem hamowania:

$$t = \frac{100.151 - 51.10^2}{100.10} = 10$$

sekund.

Gdyby zaś hamowano wystkie koła znajdujące się przy pociągu, a pociąg biegł podczas pogody, to będzie k = 130. W takim razie nabiera powyższy wzór kształtu:

$$t = \frac{a}{c} - 0{\cdot}4\,c \ldots \qquad 49)$$

w którym wyraża:

t... czas w sekundach upływający między dostrzeżeniem sygnału a rozpoczęciem hamowania.

a... pszestrzestrzeń w metrach, na której pociąg zatrzymano.

c... chyżość jazdy w metrach na sekundę, w chwili dostrzeżenia sygnału.

Podczas konkursowych popisów odbytych w Anglii na kolei *Midland* w roku 1875, przekonano się, że pociąg biegnący w chwili spostrzeżenia sygnału do hamowania, chyżością $17 \cdot 3^m$ na sekundę, przebył jeszcze drogę 176^m zanim się zatrzymał; uwzględniając te wartości otrzymujemy:

$$t = \frac{176}{17 \cdot 3} - 0 \cdot 4 . 17 \cdot 3 = 3 \cdot 4$$

sekund; który to wynik, dobrze się zgadza z doświadczeniami o których na wstępie była mowa.

Chcąc z doświadczeń tych, powziąść praktyczną korzyść, uwzględnić trzeba w rachunkach nie tylko czas leżący między dostrzeżeniem sygnału a rozpoczęciem hamowania ze strony maszynisty, ale nadto także i czas zawarty między dostrzeżeniem sygnału a rozpoczęciemhamowania ze strony hamulczych, jakoteż tę okoliczność, że głos parowej świstawki osadzonej na lokomotywie, potrzebuje jakiegoś czasu zanim dojdzie ucha hamulczego znajdującego się na drugim końcu pociągu.

Chcąc to wszystko uwzględnić, zważyć wypada, że od dostrzeżenia sygnału, aż do chwili w której maszynista daje znak do hamowania, upływa czasu . . 4
fala głosu zanim się dostanie od maszynisty aż do ostatniego hamulczego, potrzebuje czasu . . 2
od chwili gwizdu świstawki parowej, aż do chwili w której ostatni hamulczy hamować rozpocznie upływa czasu 4

razem 10

sekund,

Jest zaś maszynista przygotowanym, że otrzyma sygnał do hamowania, a pociąg nie jest zbyt długim, to upływpomiędzy dostrzeżeniem sygnału, a rozpoczęciem hamowaniaa przeciętnie 6 sekund; dla pewności jednak, wstawiać bedziemy 10 sekund.

Biegnie pociąg w chwili dostrzeżenia sygnału, chyżością c metrów na sekundę to potoczy się jeszcze przez drogę 10.c metrów zanim hamowanie się rozpocznie. Do zatrzymania pociągu, będzie przeto potrzeba przestrzeni (s + 10.c) metrów skoro s wyraża przestrzeń obliczoną podług wzoru

numer 44. Wypada ztąd, że chcąc oznaczyć przestrzeń potrzebną do zatrzymania pociągu, doliczyć trzeba do drogi s określonej wzorem numer 44 jeszcze drogę 10 c, a będzie w takim razie

$$s = \frac{5100.c^2}{a\,(h - o) - 100\,(m - o)} + 10c \qquad 50)$$

wzór służący do obliczania przestrzeni potrzebnej do zatrzymywania pociągów.

Nie chodzi zaś o *zatrzymanie* lecz tylko o *zwalnianie* jazdy z chyżości c do wartości v metrów, to otrzymujemy stosując się do powyższej uwagi ze wzoru numer 44:

$$s = \frac{5100\,(c^2 - v^2)}{a\,(h - o) - 100\,(m - o)} + 10\,c \ldots \quad 51)$$

wzór służący do oblliczania przestrzeni potrzebnej do zwalniania jazdy z chyżości c do wartości v metrów.

W tych wzorach wyraża:

s... przestrzeń potrzebną do zwalniania lub zatrzymania jazdy w metrach

h... adhezyę jednostkową, w kilogramach.

a... procent ciężaru hamowanego.

m... wyrównaną stromość spadku

o... opór jednostkowy, w kilogramach

c... chyżość w chwili rozpoczęcia hamowania, w metrach na sekundę

v... chyżość końcowa, w metrach na sekundę.

31.

Ilość hamulców przy pociągach.

Wóz, toczący się wolno po torze *poziomym,* zwalnia chyżość biegu swego coraz więcej, aż wreszcie skutkiem oporu, na który natrafia, gdzieś się zatrzyma; biegnie zaś ten sam wóz w kierunku *spadku,* to chyżość biegu jego nie będzie się już zwalniać, lecz owszem w miarę trwania biegu, zwiększać się będzie, wóz taki nie zatrzyma się przeto skutkiem oporu, na który natrafia. Chcąc uzyskać możność zatrzymania wozu, sprawić trzeba przynajmniej to, aby ruch

w kierunku spadku odbywał się tak samo, jak się odbywa na poziomej, t. j. aby się zwalniał w miarę trwania biegu.

Chcąc zaś to uczynić, zważyć trzeba jaka istnieje różnica w siłach ruch utrzymujących na równi i spadku. Ponieważ wiemy, że na spadku działa siła wóz w dół spychająca, której na poziomej nie było, więc wynika, że skoro przeciwstawimy sile wóz w dół spychającej, opór również wielki, to ruch wozu odbywać się będzie w takim razie tak samo, jak się odbywa na poziomej.

Siła jaką sprawić można hamowaniem, mogąc hamować a% całkowitego ciężaru pociągu, wynosi podług wzoru numer 37:

$$k = o + \frac{a\,(h-o)}{100}$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, skoro wyraża o opór jednostkowy, h zaś, adhezyę jednostkową. Mamy sprawić, aby ruch w kierunku spadku m‰ pomimo jego stromości nie był ruchem przyspieszonym, lecz podobnie do ruchu na poziomej, był ruchem opóźnionym, to wynosić musi opór sprawić się mający hamowaniem, tyle kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, ile milimetrów spadek ma stromości, gdyż w takim razie tylko, opór sprawiony hamowaniem, równać się będzie sile pociąg w dół zesuwającej. Wstawiając przeto w powyższy wzór

$$k = m$$

otrzymujemy:

$$a = 100\left(\frac{m - o}{h - o}\right) \ldots \qquad 52)$$

wzór służący do obliczania ciężaru, złożyć się mającego na osie sposobne do hamowania, chcąc sprawić, aby ruch pociągu biegnącego w kierunku spadku odbywał się tak samo, jakgdyby się odbywał na równi.

Biegnie pociąg w kierunku spadku mającego 15‰ stromości, chyzoscią która w chwili rozpoczęcia hamowania wynosi 7m na sekundę, a ruch pociągu odbywa się podczas słoty, to będzie

$$0 = 4 + \frac{7^2}{50} = 5$$

$$h = 105, \quad m = 15$$

a przeto ze wzoru numer 52:

$$a = 100 \frac{15 - 5}{105 - 5} = 10\ \%$$

co znaczy, że skoro złożemy na osie sposobne do hamowania 10% czyli $^1/_{10}$ całkowitego ciężaru pociągu, i hamulce te przykracamy, to sprawimy, że pociąg pomimo spadku, biegu swego przyspieszać nie będzie, lecz potoczy się tak, jakby się toczył gdyby go puszczono chyżością 7^m na linii poziomej,

Każda tonna jego ciężaru nagromadziłaby w sobie mechanicznej pracy wynoszącej $51.7^2 = 2499$ meterkilogramów, a ponieważ opór przeciętny do chwili rozpoczęcia biegu aż do chwili w której pociąg staje wynosi

$$\frac{7^2 + 0^2 + 0 \times 7}{150} = {}^1/_3$$

kilograma na tonne jego ciężaru, więc wyniesie mechaniczna praca którą wydawać trzeba na zwalczanie tegoż oporu podczas drogi x metrów $^1/_3$ x meterkilogramów, mamy przeto:

$$^1/_3\ x = 2499$$

zkąd wypada, że pociąg zatrzyma się skutkiem hamowania po przebyciu drogi:

$$x = 7497^m$$

a wiąc po przebyciu mili austryackiej.

Wzór podany pod numerem 52, nie można jednak używać do obliczania ilości hamulców, gdyż podaje on tylko tę ilość hamulców, którą mieć trzeba przy pociągu, toczącym się w kierunku spadku, chcąc sprawić, aby pomimo stromości spadku, ruch biegnącego w dół pociągu odbywał się tak samo, jak się odbywa na linii poziomej.

Ze wzoru podanego widzimy, że hamowanie dopiero wtedy okazuje się być potrzebne, skoro stromość spadku przewyższy opór jednostkowy, albowiem w takim tylko razie otrzyma się z powyższego wzoru za a wartości dodatnie. Na spadkach $m < o$ nie potrzeba więc wcale brać hamulców do pomocy, gdyż na spadkach takich, ruch pociągów już skutkiem oporu naturalnego, będzie ruchem opóźnionym.

Wydawaćby się mogło, że im większą jest chyżość wozu, na pewnym spadku, tém większy opór sprawić trzeba hamulcami chcąc uzyskać ruch taki, jaki na linii poziomej. Biegnie wóz w kierunku spadku mającym $20^0/_{00}$ stromości, a chyżość jego biegu wynosi w chwili

rozpoczęcia hamowania 8^m na sekunde, to złożyć trzeba na osie sposobne do hamowania:

$$a = 100 \frac{20 - \frac{8^2}{150}}{105 - \frac{8^2}{150}} = 19\%$$

całkowitego ciężaru pociągu, wynosi zaś chyżość biegu w chwili hamowania 10^m, to złożyć trzeba na osie sposobne do hamowania

$$a = 100 \frac{20 - \frac{10^2}{150}}{105 - \frac{10^2}{150}} = 18\%$$

tegoż ciężaru. Rozpoczynajac hamowanie przy chyżości 16^m, wystarcza już:

$$a = 100 \frac{20 - \frac{16^2}{150}}{105 - \frac{16^2}{150}} = 17\%$$

całkowitego ciężaru

Widzimy więc, że większej chyżości w chwili rozpoczęcia hamowania, odpowiada mniejsza ilość hamulców, co sie tłomaczy tém, że przy większej chyżości opór naturalny, zwiększając się w kwadratowym stosunku do chyżości, znacznie wzrasta, przez co pomoc sprawić się mająca stucznie przez hamowanie, mniej potrzebną się staje.

Widzimy ze wzoru podanego pod numerem 52, że ilość hamulców, znajdować się mających przy pociągach, zależy od stromości spadku, jakoteż od oporu, a więc od szybkości jazdy, dlatego też na spadkach stromszych, wstawiać trzeba do pociągów więcej hamulców. Do pociągów spieszniejszych więcej niż do pociągów idących wolno.

Ustawa z roku 1876 przepisuje dla kolei austryackich że być musi (tabelka umieszczona na str. 364).

Prowadząc pociąg osobowy w kierunku spadku mającego $10^0/_{00}$ stromości, złożyć trzeba na osie, sposobne do hamowania, $^1/_4$ całkowitego ciężaru pociągu. Waży pociąg 160 tonn, to spoczywać musi na osiach przysposobionych do hamowania $^1/_4 \times 160 = 40$ tonn całkowitego ciężaru, co znaczy, że hamować trzeba 25% ciężaru pociągu.

Chcąc obliczać ilość hamulców, znajdować się mających przy pociągach, zgodzić się przedewszystkiem trzeba na przestrzeń, na której pociągi mają być zatrzymywane, wynosi

biegnącym w kierunku spadku ‰	Przy pociągu		
	osobowym	mięszanym	towarowym
	złożyć trzeba na osie sposobne do hamowania część jego ciężaru:		
2	$^1/_8$	$^1/_{10}$	$^1/_{12}$
3	$^1/_6$	$^1/_8$	$^1/_{10}$
5	$^1/_5$	$^1/_7$	$^1/_8$
10	$^1/_4$	$^1/_6$	$^1/_7$
$12^1/_2$	$^1/_3$	$^1/_5$	$^1/_6$
17	$^1/_3$	$^1/_4$	$^1/_5$
25	$^1/_2$	$^1/_3$	$^1/_4$

przestrzeń ta s metrów, to wypada ze wzoru podanego pod numerem 42:

$$a = 100 \left(\frac{m - o}{h - o}\right) + \frac{5100 . c^2}{(h - o)\ s} \ldots \quad 53)$$

wzór służący do obliczania ilości hamulców, w tym wzorze oznacza:

a... część ciężaru wyrażoną w procentach całkowitego ciężaru pociągu, złożoną na osie przysposobione do hamowania.
h... jednostkową adhezyę w kilogramach.
c... chyżość jazdy, w chwili rozpoczęcia hamowania, w metrach na sekundę.
o... jednostkowy opór w kilogramach.
m... wyrównaną stromość spadku w milimetrach.
S... przestrzeń, na której pociągi mają być zatrzymywane, w metrach.

Pod supozycyą, że pociągi zatrzymywać chcemy bez różnicy chyżości i stromości spadku, na przestrzeni 500^m, jakoteż że pociągi biegną podczas słoty, będzie h = 105, s = 500, wynosi chyżość biegu w chwili rozpoczęcia hamowania c^m, to hamowany pociąg biedz będzie przeciętną chyżością:

$$\frac{c^2 + o^2 + o \times c}{150} = \frac{c^2}{150}$$

metrów na sekundę, wstawiając za

c = 6, 8, 10, 12, 16,

otrzymujemy dla spadków:

m = 6, 10, 12, 17, 20 i 25‰

ze wzoru podanego pod numerem 53 następującą tabelkę:

pociąg biegnący:					
w kierunku spadku wyrównanego ‰	w chwili rozpoczęcia hamowania chyżością:				
	6	8	10	12	16
	metrów na sekundę, zatrzymać można na przestrzeni 500^m, składając na osie sposobne do hamowania, część ciężaru wynoszącą całkowitego ciężaru pociągu procent:				
6	4	6	10	15	27
10	5	7	11	16	28
12	6	8	12	17	29
17	8	10	14	18	30
20	9	11	15	19	31
25	10	12	16	21	32

Chcąc porównać czy, i o ile liczby podane w powyższej tabelce zgadzają się z wymogami praktyki, niechaj służy tabelka podana przez austryacką kolej państwową na zgromadzeniu techników w *Dreznie*.

Przy pociągu biegnącym					
w kierunku spadku wyrównanego ‰	chyżością				
	6	8	10	12	16
	metrów na sekundę, znajdować się winno na każdą setkę osi, wchodzących w skład pociągu, osi sposobnych do hamowania				
2	6	9	14	19	32
3	7	10	15	20	33
5	8	12	16	21	35
6	10	14	18	23	37
10	12	16	20	25	39
12	14	18	22	27	41
17	17	21	25	30	44
20	20	24	28	33	47
25	24	28	32	37	51

Ważą wszystkie wozy wchodzące w skład pociągu jednako wiele, to wyrażają liczby tej tabliczki, to samo co liczby tabelki poprzedzającej. Porrównywując obydwie ta-

belki ze sobą, przychodzimy do przekonania, że praktyka domaga się znacznie więcej hamulców, jak teorya dozwala.

Różnicę zaś tłomaczyć można w ten sposób, że tabelka kolei państwowej, suponuje krótszą przestrzeń do zatrzymania pociągów niż tabelka pierw podana, lub też, że nie uwzględniono w teoryi okoliczności, które w praktyce istnieją.

Zważając, że między dostrzeniem sygnału do hamowania, a rozpoczęciem hamowania, leży pewien czas, przez który pociąg biegnie nie będąc hamowanym, podczas gdy teorya drogę tę uważa jako przebytą pod wpływem działania hamulców (§ 30) przychodzimy do przekonania, że teoryę do tej okoliczności zastosować wypada. Chcąc to uczynić, nie można obliczać hamulców już ze wzoru podanego pod numerem 53, jak to uczyniono, lecz ze wzoru podanego pod numerem 50, w którym razie otrzymamy:

$$a = 100\left(\frac{m - o}{h - o}\right) + \frac{5100\ c^2}{(h - o)\ (s - 10\ c)} \qquad 54)$$

wzór, służący do obliczania ilości hamulców, tutaj oznacza:

a... ciężar złożony na osiach przysposobionych do hamowania, wyrażony w procentach całkowitego ciężaru pociągu.
m... wyrównaną stromość spadku ‰
h... adhezyę jednostkową.
o... opór jednostkowy.
c... chyżość jazdy, w chwili rozpoczęcia hamowania.
s... przestrzeń w metrach, na której pociąg staje skutkiem hamowania.

Chcąc się przekonać czy i o ile wzór ten, z doświadczeniem się zgadza, a mianowicie jakie zachodzą różnice między wzorem a tabelką podaną przez austryacką kolej państwową, wstawiamy we wzór powyższy:

$$s = 500,\ h = 104,$$

i obliczamy dla chyżości:

$$c = 6,\ 8,\ 10,\ 12 \text{ i } 16^m \text{ i stromości}$$
$$m = 6\ 10,\ 12,\ 17,\ 20 \text{ i } 25‰$$

Opory jednostkowe podług wzoru:

$$4 + m + \left(\frac{c^2}{50}\right)$$

a otrzymamy w takim razie następujące zestawienie:

w kierunku wyrównanego spadku ‰	przy pociągu biegnącym chyżością 6	8	10	12	14	16
	metrów na sekundę, złożyć trzeba chcąc pociąg zatrzymać na przestrzeni 500m, na osie sposobne do hamowania, całkowitego ciężaru procent:					
5	4	8	12	17	26	36
6	5	9	13	18	27	37
10	9	13	17	22	31	41
12	11	15	19	24	33	43
17	16	20	24	29	38	48
20	19	23	27	32	41	51
25	24	28	32	37	46	56

z której tabliczki powziąść można, że teorya dobrze z praktyką się zgadza.

Na spadku mającym 20‰ stromości jadąc chyżością 10^m, wymaga teorya aby na osiach sposobnych do hamowania złożono 27% całkowitego ciężaru pociągu, chcąc uzyskać możebność zatrzymania pociągu na przestrzeni 500^m, praktyka zaś wymaga 28%. Na spadku 25‰ jadąc chyżością 16^m na sekundę, wymaga teorya aby hamowano 56% całkowitego ciężaru pociągu, praktyka zaś zadowala się hamowaniem 51% tegoż ciężaru i t. d.

32.

Praktyczny sposób obliczania ilości hamulców znajdować się mających przy pociągach.

Wzór podany pod numerem 54 aczkolwiek wydaje wyniki zgodne z doświadczeniem, nie nadaje się dobrze do obliczania ilości hamulców znajdować się mających przy pociągach, gdyż jest zbyt zawiłym. Chcąc mieć z niego pożytek, trzeba go przeto odpowiednio przekształcić.

Przyglądając się liczbom podanym w ostatniej tabliczce powyższego paragrafu, przekonujemy się, że one wszystkie podlegają pewnemu prawu, widzimy bowiem, że liczby umieszczone w poziomych szeregach powstają przez doliczanie pewnej liczby do liczby pierwszej, zawartej w każdym szeregu.

Dla spadku 5‰ mamy np. dla chyżości

8m	ilość	hamulców	(5 + 3)%
10"	„	„	(5 + 7) „
12"	„	„	(5 + 12) „
14"	„	„	(5 + 21) „
16"	„	„	(5 + 31) „

tak więc, że chcąc oznaczyć procent hamować się mającego ciężaru, doliczyć trzeba do liczby wyrażającej stromość spadku (5‰) pewne, od chyżości jazdy zależne liczby (3, 7, 12, 21, 31) które to liczby, dla wszystkich stromości są jednakie.

Dla spadku 20‰ mamy np. dla chyżości:

8m	hamulców	(20 + 3)	= 23%
10"	„	(20 + 7)	= 27 „
12"	„	(20 + 12)	= 32 „
14"	„	(20 + 21)	= 41 „
16"	„	(20 + 31)	= 51 „

Wyraża **m** stromość spadku, liczba zaś, którą do tej stromości doliczyć trzeba wynosi **z**, to wyraża się procent hamować się mającego ciężaru, wzorem:

$$(m + z)$$

w którym to wzorze bliżej oznaczyć trzeba liczbę **z**.

Zadowalając się przybliżeniem, wstawić można we wzór podany pod numerem 54, h = 105, o = 5, s = 500 a otrzymamy w takim razie:

$$a = m + \left(\frac{5.c^2}{50 - c} - 5\right) \ldots \qquad 55)$$

wzór służący do obliczania ilości hamulców. W tym wzorze wyraża:

a... ciężar złożyć się mający na osie sposobne do hamowania, wyrażony w procentach całkowitego ciężaru pociągu

m... stromość spadku.

c... chyżość jazdy w chwili rozpoczęcia hamowania, mierzoną w metrach na sekundę.

Na spadku mającym $25^0/_{00}$ stromości, jadąc chyżością 16^m na sekundę, złożyć trzeba na osie sposobne do hamowania

$$25 + \left(\frac{5 \times 16^2}{50 - 16} - 5\right) = 57\ \%$$

całkowitego ciężaru pociągu, chcąc pociąg wstrzymać na przestrzeni 500^m.

Pisząc dla krótkości:

$$z = \left(\frac{5.c^2}{50 - c}\right) - 5 \ldots \qquad 56)$$

otrzymujemy:

$$a = (a + z) \ldots \qquad 57)$$

wzór służący do obliczania ilości hamulców znajdować się mających przy pociągu, w tym wzorze wyraża:

a... ciężar złożyć się mający na osie sposobne do hamowania, wyrażony w procentach całkowitego ciężaru pociągu.

m... wyrównaną stromość spadku, w milimetrach,

z... liczbę stałą, zależną od chyżości jazdy, a określoną wzorem numer 56.

Wstawiając we wzór podany pod numerem 56 za c wartości:

8, 10, 12, 14, 16,

otrzymujemy za z kolejno:

3, 7, 13, 22, 30,

a więc bez mała te same wartości, które wydaje wzór podany pod numerem 54, zkąd wynika, że używać można w miejsce zawiłego wzoru 54, wyrażenia prostszego podanego pod numerem 55.

W praktyce można iść jeszcze dalej, klasyfikując pociągi tak, że dla pociągów

towarowych	obieramy	chyżość	6^m
mięszanych	„	„	8^m
osobowych	„	„	12^m
pospiesznych	„	„	15^m

na sekundę, to odpowiada tym chyżościom, ze względu na wzór numer 52, dla pociągów:

$$\begin{array}{l} \text{towarowych} \;.\;. \\ \text{mięszanych} \;.\;. \\ \text{osobowych} \;.\;.\;. \\ \text{pospiesznych} \;.\;. \end{array} \quad z = \left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 3 \\ 15 \\ 30 \end{array} \right.$$

Ponieważ dla pociągów towarowych z = o, więc wymagają pociągi takie, aby spoczywało na osiach sposobnych do hamowania

$$a = m \qquad 58)$$

procent całkowitego ciężaru pociągu; co znaczy: *że chcąc pociągi towarowe zatrzymywać na przestrzeni 500^m, złożyć trzeba na osie sposobne do hamowania tyle procent całkowitego ciężaru ile milimetrów spadek ma stromości.*

Przy pociągach osobowych, zwiększyć trzeba stromość spadku o 15%, dla pospiesznych zaś, o 33%. Na spadku 25‰ trzeba przy pociągach pospiesznych módz hamować 25 + 30 = 55% ciężaru bruta; podczas gdy przy pociągach osobowych, wystarcza 25 + 15 = 40%, przy towarowych zaś (25 + 0) = 25% tegoż ciężaru.

Z powyższego zestawienia widzimy, że *możebnie najmniejszą ilość hamulców przy pociągach towarowych, jest ta, na którą wskazuje stromość spadku, po którym pociąg postępuje.*

Na spadku 10‰ hamować trzeba 10, na spadku 15‰ 15, na spadku 20‰, 20% całkowitego ciężaru pociągu itp.

Profesor *Launhard* w Hanowerze, obliczając koszta ruchu, przychodzi także do tej ostatniej konkluzyi, pomimo że rachunek w zupełnie odmienny sposób prowadzi.

Launhard rachuje bowiem jak następuje: Ponieważ jednostkowy opór hamowania wynosi 105 kilogramów na tonnę hamowanego ciężaru, więc hamując wóz, który waży przeciętnie 10 tonn, sprawia się hamowaniem opór wyno-

szący 105 × 10 = 1050 lub w zaokrągleniu 1000 kilogramów, znajduje się przy pociągu **w** wozów, sposobnych do hamowania, to sprawiają one opór, wynoszący w całości 1000.w kilogramów. Składa się cały pociąg z **x** wozów, to waży w takim razie 10 x tonn, biegnie w kierunku spadku mającym stromości **m**‰, to wynosi siła spychająca go w dół **m** kilogramów na tonnę jego ciężaru; ponieważ pociąg waży 10 x tonn, więc wynosi siła spychająca 10 m x kilogramów. Sprawiamy równowagę między oporem a oporem sprawionym hamowaniem, to będzie:

$$10.m.x = 1000.w$$

stosunek ciężaru hamowanego do ciężaru całkowitego, będzie zaś:

$$\left(\frac{w}{x}\right) = \frac{m}{100}$$

ponieważ stosunek ten, wyrażony w procentach, wynosi:

$$100 \left(\frac{w}{x}\right)$$

a nazwano go pierwej literą **a**, więc mamy:

$$a = m$$

a więc wzór podany pod numerem 58.

Przykład.

W łuku zatoczonym promieniem 300^m biegnie pociąg towarowy, w kierunku spadku 22‰. Zachodzi pytanie, ile hamulców wstawić trzeba do tego pociągu chcąc go zatrzymać na przestrzeni 500^m?

Spadek leżący w prostej równoważny spadkowi łukowemu, wynosi

$$m = 22 - \frac{600}{300} = 20 \text{‰}.$$

Na spadku takim, złożyć więc trzeba na osie hamowane 20% czyli $^1/_5$ ciężaru pociągu. Pociąg składający sie z 15 wozów ważących w całości 200 tonn, złożyć więc wypada jak następuje:

10 wozów wolnych od hamulców, każdy po 14 tonn	140
2 wozy bez hamulców po 10 tonn	20
2 wozy hamowane po 15 tonn	30
1 wóz hamowany po 10 tonn	10
15 wozów ważą razem	200

tonn, ponieważ na osiach sposobnych do hamowania spoczywa 40 tonn, więc wynosi ciężar hamowany $\frac{40}{200} = \frac{1}{5}$ czyli 20% całkowitego ciężaru pociągu, a więc tyle ile wynosić winien.

33.

Porównanie rachunku z ustawą.

Wykazano w jaki sposób oblicza się ilość hamulców dla każdej poszczególnej jazdy jakoteż o ile teorya z doświadczeniem się zgadza. Pozostaje jeszcze porównać teoryę z ustawą, t. j. wykazać, czy i o ile różni się ilość hamulców przepisana ustawą od ilości, jaką wymaga teorya, albowiem ustawa nie stosowała się do żadnej teoryi, gdyż wówczas teoryi jeszcze nie było.

Ze ustawa z teoryą wielce zgadzać się nie będzie wnioskujemy już ztąd, że ustawa, normując dla pociągów biegnących po spadkach 13 do 20‰, jednakową ilość hamulców, dozwala, aby jadąc w kierunku tych, stromością tak mocno różniących się spadków, spoczywała na osiach sposobnych do hamowania jednakowa część całkowitego ciężaru, a mianowicie $\frac{1}{3}$ część tegoż ciężaru.

Druga okoliczność świadcząca o empiryzmie owej w §§ 29 i 30 podanej tabliczki, jestto ustawą przepisana reguła, że skoro długość spadku przewyższa kilometr, wstawiać trzeba w rachunek nie stromość właściwą temu spadkowi, lecz stromość tego spadku, który jest łagodniejszym od spadku, mającego kilometr długości.

Mamy np. na linii spadek:

10‰	mający długości	3000	metrów
8 „	„ „	2000	„
6‰	„ „	800	„

to wstawić trzeba zamiast spadku 10‰ spadek 8‰; gdyby zaś pomiędzy dwiema stacyami spadek 8‰ był najstromszym, a miał więcej niż 1000^m długości, to trzeba brać na jego miejsce spadek 6‰.

Dla spadków dłuższych nad 1000^m, podaje więc tabliczka liczby za wysokie.

Trzecia okoliczność przemawiająca za empirycznem pochodzeniem ustawy co do ilości hamulców, jest ta, że pociągom których chyżość przewyższa 20^m na sekundę (ściślej 75 kilom. na godzinę) dodawać trzeba, bez względu na ich ciężar, o jeden hamulec więcej jak wymaga tabliczka.

Czwarty wyjątek opiewa: przy pociągach towarowych zmniejszyć wypada ilość hamulców do ilości

$^1/_6$ osi, skoro stromość spadku nie przenosi 16‰ jakoteż, skoro:

chyżość jazdy nie przewyższa 5^m na sekundę.

pociąg nie ma więcej jak 30 osi.

chyżość jazdy mierzać można stosownemi przyrządami (tachometrami).

Powyższe wyjątki i dodatki nie wzbudzają wielkiego zaufania do podanej tabliczki, która to tabliczka, mówiąc nawiasem, odnosi się tylko do spadków mających mniejszą stromość od stromości 25‰.

Różnicę zaś, zachodzącą między austryacką ustawą, a rachunkiem, uwidocznia następującą tabliczka:

Przy pociągach				
Spadek wyrównany ‰	towarowych		osobowych	
	spoczywać musi na osiach przysposobionych do hamowania podług			
	ustawy	rachunku	ustawy	rachunku
	całkowitego ciężaru, procent:			
5	12	5	20	20
10	14	10	25	25
13	17	13	33	28
15	17	15	33	30
17	20	17	33	32
20	20	20	33	35
25	25	25	50	40

Porównując ustawę z rachunkiem, przychodzimy do przekonania, że dla pociągów towarowych, ustawa obrała prawie te same liczby które rachunek dyktuje, podczas gdy dla pociągów osobowych toczących się w spadkach stromych, ustawa wymaga hamulców za wiele.

34.

Granica, do której wzrastać może szybkość jazdy, chcąc mieć możebność zatrzymywania pociągów na przestrzeni 500 metrów.

Jakkolwiek rozkład jazdy przepisuje dla każdego pociągu, jak szybko jechać winien, to przecież wydarzają się wypadki, że pociąg jedzie szybciej aniżeli mu jechać wolno. Dla tego też winien maszynista dokładnie wiedzieć, czy i o ile przyspieszać może jazdę w chwilach konieczności, nie pozbawiając się możebności zatrzymania pociągu na przestrzeni oznaczonej z góry.

Lecz nie tylko maszynista prowadzący pociąg, ale nadto także i inżynier, obliczając rozkład jazdy, znać winien granicę do której ze względu na ilość hamulców wchodzących w skład pociągu, szybkość jazdy posuwać może.

Chyżość ta obliczyć się daje ze wzoru podanego pod numerem 50, wstawiając dla pociągów osobowych a = 50, towarowych a = 25, i uwzględniając, że podczas pogody będzie h = 130, podczas słoty zaś, h = 105, jakoteż, że w każdym razie przyjąć można: s = 500, o = 5.

35.

Przykłady tyczące się jazdy w kierunku spadków.

Następujące przykłady wykazać mają w jaki sposób używać można wzorów przytoczonych w §§ 26 — 34.

1.

1. W łuku zatoczonym promieniem 600^m, leżącym w spadku którego stromość wynosi $9^0/_{00}$, odrywają się

wozy od pociągu idącego w górę, i toczą się w dół. Zachodzi pytanie, jak szybko one przepędzą stacyę znajdującą się w oddaleniu 1000^m od punktu w którym wozy od pociągu się odłączyły.

Łuk zakreślony promieniem 600^m, stawia ruchowi taki sam opór, jak spadek prosty mający stromość

$$m = 9 - \frac{600}{600} = 8^0/_{00}$$

wstawiając przeto we wzór numer 32, $s = 1000$, $m = 8$, otrzymujemy $v = 8{\cdot}3^m$ jako chyżość, którą wozy stacye przebiegną.

2.

Gdyby w powyższym przypadku wozy biedz mogły w spadku wspomnianym, dowolnie daleko, jaką byłaby możebnie największa chyżość, którąby wozy uzyskały? Wstawiając we wzór numer 33, $m = 8$ otrzymujemy $v = 24^m$, jako możebnie największą chyżość, którąby wozy na spadku tym, osiągnąć mogły.

3.

Po przebyciu 918 metrowej drogi leżącej w łuku mającej $6^0/_{00}$ stromości, wzrosła początkowa chyżość wolno toczących się wozów z wartości 8 do wartości 12^m na sekundę; zachodzi pytanie jakim promieniem łuk ów zatoczono?

Wynosi długość promienia **R** metrów, to spadek ma stromości:

$$m = 6 - \frac{600}{R}$$

ponieważ jest:

$$v = 12,\ c = 8,\ s = 918$$

więc otrzymujemy ze wzoru numer 34:

$$R = 600^m.$$

4.

Jak wielki opór wywołać trzeba hamulcami, chcąc sprawić, aby chyżość biegu wynosząca przed hamowaniem 15^m na sekundę, spadła skutkiem hamowania po przebyciu drogi 1020^m prowadzącej łukiem którego promień wynosi 150^m a spadającej $16{\cdot}17^0/_{00}$, do $^1/_3$ początkowej wartości?

Łukowi zatoczonemu promieniem 150^m, mającemu stromość $16{\cdot}17^0/_{00}$ równoważy spadek prosty, mający stromość:

$$m = 16{\cdot}17 - \frac{600}{150} = 12{\cdot}17^0/_{00}$$

wstawiając we wzór numer 35:

$$m = 12{\cdot}16,\ c = 15,\ v = \frac{15}{3} = 5,\ s = 1020.$$

otrzymujemy:

$$k = 20$$

kilogramów.

Hamowaniem, sprawić więc trzeba opór, wynoszący na każdą tonnę ciężaru wozu, 20 kilogramów; ważył wóz 10 tonn, to wystarcza do osiągnienia opisanego skutku opór $10 \times 20 = 200$ kilogramów.

5.

W kierunku spadku, mającym stromość $14^0/_{00}$, biegnie wóz chyżością 13^m, ponieważ jednak hamulec osadzony na wozie nie jest w zupełnie w dobrym stanie, więc wóz przebiegł pomimo hamowania, drogę wynoszącą 600^m zanim początkowa chyżość jego, spadła do wartości 3^m. Zachodzi pytanie, jak wielki opór sprawiono przykręcaniem owego hamulca?

Wstawiając we wzór numer 35:

$$c = 13,\ v = 3,\ s = 600,\ m = 14$$

wypada $k = 15{\cdot}36$, co znaczy, że przykręcaniem uszkodzonego hamulca sprawiono opór, wynoszący tylko 15·36 kilogramów na tonnę ciężaru biegnącego wozu.

6.

Pociąg biegnący chyżością 10^m na sekundę, zatrzymał się po odebraniu sygnału do hamowania, dopiero po przebyciu 100 metrowej drogi, zachodzi pytanie, ile czasu upłynęło między dostrzeniem sygnału, a rozpoczęciem hamowania. Wstawiając że wzór numer 49, a = 100, c = 10, otrzymujemy t = 6 sekund.

7.

Na jakiej przestrzeni zatrzymać będzie można pociąg biegnący chyżością 12^m w kierunku spadku, którego stromość wynosi 10‰, skoro ciężar pociągu tak jest rodzielonym, że wypada na lokomotywę nieogrzaną: . 30 tonn
jej tender próżny . . . . . 16 „
12 wozów zaopatrzonych w hamulce à 8 tonn. . 96 „
10 wozów wolnych od hamulców, à 5 tonn. . 50 „
razem 192
tonn?.

Stosunek ciężaru złożonego na osie przysposobione do hamowania, do całkowitego ciężaru pociągu, wynosi więc:

$$\frac{96}{192} = \frac{1}{2} \text{ czyli } 50\%$$

wstawiając we wzór podany pod numerem 50:

$$c = 12,\ h = 80,\ a = 20,\ m = 10,$$

$$o = 4 + \frac{12^2 + 12 \times 0 + 0}{150} = 5$$

otrzymujemy:

$$s = 854^m.$$

8.

Pociąg, przy którym $\frac{1}{4}$ część ciężaru spoczywa na osiach sposobnych do hamowania, biegnie chyżością 10^m na sekundę w łuku zatoczonym promieniem 300^m. Zachodzi pytanie jak stromym być może spadek, ażeby wprowadza-

jąc w działanie wszystkie hamulce, zatrzymać można pociąg na przestrzeni 156·6 metrów?

Łukowi zatoczonemu promieniem 300^m mającemu stromość x^m odpowiada spadek:

$$m = x - \frac{600}{300} = (x - 2)\ ^0/_{00}$$

wstawiając we wzór numer 50:

$$c = 10,\ a = 25,\ s = 156{\cdot}6,\ m = (x - 2),\ h = 105$$

$$o = 4 + \frac{10^2 + 0 \times 10 + 0}{150} = 4{\cdot}7$$

otrzymujemy: $x = 12^0/_{00}$ jako szukaną stromość spadku.

9.

W kierunku spadku 1 : 40 biegnie podczas słoty pociąg którego $^1/_4$ część ciężaru, spoczywa na osiach przysposobionych do hamowania, chyżością 5^m na sekundę. Przez nieuwagę służby pociągowej, wzrosła chyżość jazdy do wartości 15^m, zachodzi pytanie, jaką przestrzeń mieć trzeba do dyspozycyi, aby hamując wozy, sprowadzić można chyżość jazdy do pierwotnej wartości.

Wstawiając we wzór numer 42:

$$m = 25,\ a = 25,\ h = 105,\ c = 15,\ v = 5,$$

$$o = 4 + \frac{15^2 + 15 \times 5 + 5^2}{150} = 6{\cdot}5$$

otrzymujemy:

$$S = 1666^m$$

co znaczy, że dopiero po przebyciu 1666^m drogi, sprowadzić można hamowaniem, chyżość jazdy do wartości 5^m. Maszynista, chcąc uzyskać wcześniej chyżość przepisaną, posypuje szyny piaskiem, sprawiąc że adhezya podniesie się do wartości 180 kilogramów, ponieważ w takim razie będzie:

$$m = 25,\ a = 25,\ h = 180,\ c = 15,\ v = 5,\ 0 = 6{\cdot}5$$

więc otrzymamy, wstawiając te wartości we wzór podany pod numerem 42: s = 292^m, widzimy więc jak wielki skutek sprawia zwiększanie adhezyi.

10.

Stacya **A**, w której wybuchł ogień, rząda telegraficznie od sąsiedniej o 21 kilom. oddalonej stacyi **B**, przysłanie pociągu ze sikawkami. Stacya **B** przyczepia lokomotywę do pociągu pożarowego, który zawsze tam stoi w pogotowiu i wysyła pociąg już po upływie kilku minut po otrzymaniu telegramu.

Droga ze stacyi **B** ku stacyi **A** prowadzi 16 kilometrów długim łukiem zatoczonym promieniem 300^m, leżącym w spadku 12‰, po którym to łuku, następuje 5 kilometrów długa droga prosta, leżąca w spadku 25‰. Zachodzi pytanie, jak możebnie najspieszniej przybyć może sikawka do stacyi **A**, skoro podczas drogi zachowaną ma być ostrożność, aby biegnący pociąg przy którym $^1/_4$ część ciężaru spoczywa na osiach przysposobionych do hamowania, zatrzymać było można na przestrzeni 512 metrów.

Chcąc odpowiedzieć na zapytanie, trzeba przed wszystkiem łuk zamienić na równoważny mu spadek leżący w prostej, tj. pisać:

$$m = 12 - \frac{600}{300} = 10‰$$

Spoczywa na osiach przysposobionych do hamowania $^1/_4$ część czyli 25% ciężaru pociągu, to sprawić można hamowaniem tych osi, zadowalając się nie wielkiem przybliżeniem do prawdy, opór, wynoszący podczas pogody:

$$4 + \frac{25\ (130 - 4)}{160} = 35{\cdot}5$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu.

Mając tak wielką siłę do hamowania, można, chcąc zachować możebność zatrzymania pociągu na przestrzeni 512^m, jechać co najśpieszniej chyżością (wzór 35).

$$v = \sqrt{\frac{35{\cdot}5 - 10}{51}\ 512} = 16^m$$

na sekundę, ponieważ przejeżdżać mamy przestrzeń 16000^m, leżącą w spadku $10^0/_{00}$, więc potrzeba do jej przebycia, czasu:

$$\frac{16000}{16} = 1000$$

sekund. Po spadku $10^0/_{00}$ następuje spadek $25^0/_{00}$, na tym spadku jechać można ze względu na ową siłę wstrzymującą, już tylko chyżością: (wzór 35)

$$v = \sqrt{\frac{35 \cdot 5 - 25}{51} \cdot 512} = 10^m$$

na sekundę, ponieważ długość tego spadku wynosi 5 kilometrów, więc potrzeba do jego przebycia, czasu:

$$1000 + 500 = 1500$$

sekund, czyli 25 minut.

Ściśle biorąc, nie można przyjmywać $o = 4$, lecz pisać trzeba z powodu, że chyżość jest nieznaną $o = 4 + \frac{x^2}{50}$, i obliczać x ze wzoru 35, a mianowicie i równania:

$$x = \sqrt{\frac{k - 25}{51} . 512}$$

w którym jest:

$$k = 4 + \frac{x^2}{50} + \frac{25\left(130 - 4 - \frac{x^2}{50}\right)}{100}$$

11.

Jaka część całkowitego ciężaru pociągu biegnącego w łuku którego promień wynosi 300^m, spoczywać musi na osiach sposobnych do hamowania, skoro pociąg biegnący w spadku $26^0/_{00}$ chyżością 10^m, zatrzymanym być ma podczas słoty na przestrzeni 610^m?

Łukowi zatoczonemu promieniem 300^m odpowiada spadek prosty:

$$26 - \frac{600}{300} = 24^0/_{00}$$

wstawiając we wzór numer 53:

$$h = 105,\ m = 24,\ c = 10,\ s = 610$$

$$o = 4 + \frac{10^2}{150} = 5$$

otrzymujemy $a = 27^0/_{00}$, co znaczy, że w takim razie, wystarcza złożyć na osie hamowane, $27^0/_{00}$ całkowitego ciężaru pociągu.

12.

Wjeżdżając do stacyi, spada tor położony w łuku zakrzywionym promieniem 300^m, o $22^m/_m$ na metr poziomej odległości. Zachodzi pytanie jak daleko przed wjazdem do stacyi, ustawić trzeba tarczę przedstacyjną, ażeby pociągi biegnące chyżością 8^m na sekundę przy których spoczywa $^1/_2$ ciężaru na osiach sposobnych do hamowania, zatrzymywać można hamowaniem przed zwrotnicą wjazdową?

Łukowi mającemu stromość $22^0/_{00}$ zatoczonemu promieniem 300^m odpowiada spadek prosty:

$$m = 22 - \frac{600}{300} = 20\ ^0/_{00}$$

Ponieważ pociągi zatrzymywać trzeba także podczas słoty, więc wstawiamy we wzór podany pod numerem 50:

$$o = 4 + \frac{8^2}{150} = 4{\cdot}4$$

otrzymując:

$$s = 500^m$$

13.

W spadku $8^0/_{00}$, ustawiono stacyę kolejową tak, że środek dworca oddalonym jest od zwrotnicy wjazdowej o

212^m. Do stacyi wjeżdża się spadkiem $26^0/_{00}$ leżącym w łuku którego promień wynosi 300^m. W łuku tym, ustawiono 815^m przed zwrotnicą wjazdową, tarczę przedstacyjną, przy której pociągi wjeżdżając do stacyi, szybkość biegu swego zwalniać mają. Przez nieuwagę służby pociągowej nabiera pociąg, zbliżający się do stacyi, w chwili w której dociera do tarczy przedstacyjnej, chyżości 17^m na sekundę. Zachodzi pytanie, czy pociąg ten, składając się z 50 równo ciężkich wozów, z których 16 sposobne są do hamowania, zwalniając chyżość swą przy tarczy przedstacyjnej, zatrzymać będzie można w stacyi, a jeżeli nie, jak spiesznie on przez stacye przejedzie?

Rozwiązanie.

Łukowi odpowiada spadek prosty;

$$m = 26 - \frac{600}{300} = 24^0/_{00}$$

ponieważ 16 wozów stanowi 40% wszystkich wozów wchodzących w skład pociągu, więc mamy: $a = 40$. Wstawiając we wzór numer 51.

$$a = 40, \quad m = 24, \quad c = 17, \quad h = 105,$$

$$o = 4 + \frac{17^2}{150} = 6, \quad s = 815,$$

otrzymujemy: $v = 4$, co znaczy; że pociąg, pomimo hamowania, wjedzie do stacyi chyżością 4^m na sekundę.

Wjeżdżając zaś do stacyi chyżością 4^m, wstępuje na spadek $8^0/_{00}$, na którym to spadku, hamulce zatrzymają go na przestrzeni (wzór 50.):

$$s = \frac{5100 \times 4^2}{40\,(105 - 6) - 100\,(8 - 6)} + 40 = 61{\cdot}7^m$$

lub okrągło $s = 62^m$, a ponieważ dworzec znajduje się w oddaleniu 212^m, więc pociąg stanie w stacyi w $\frac{62}{212} = {}^1/_4$ drogi przed środkiem dworca.

14.

Pociąg biegnący chyżością 15^m na sekundę najeżdża podczas słoty, na pociąg stojący w stacyi zbudowanej na poziomie, i staje się przyczyną wypadku niemiłego. Najeżdżający pociąg sklada się z 20 wozów. Ważąc w całości 320 tonn, złożono go bowiem, jak następuje:

26 wozów, wolnych od hamulców, ważących razem	260
4 wozów, zaopatrzonych w hamulce, ważących ruzem	60
w całości	320

tonn. Maszynista pociągniony do odpowiedzialności, zeznaje, że dał sygnał do hamowania, ujrzawszy tarczę przedstacyjną, ustawioną w odległości 800^m od punktu wjazdowego.

Z przyczyny słoty i niedostatecznej ilości hamulców, nie można było jednak zatrzymać pociągu na przestrzeni 800^m, a ta właśnie okoliczność stała się przyczyną wypadku.

Zachodzi pytanie, czy i o ile zeznania maszynisty (poparte świadectwem służby pociągowej) usprawiedliwić go mogą. Ciężar złożony na osie przysposobione do hamowania, wynosi względnie do całkowitego ciężaru pociągu $\frac{60}{320} = \frac{1}{5}$ czyli 20%. Wzór numer 50 uczy, że do zatrzymania pociągu tą ilością hamulców, trzeba podczas pogody 543, podczas słoty 628, w czasie gołoledzi, zaś 747^m przestrzeni. Ze względu na to, że w najgorszym razie (podczas gołoledzi) zatrzymać można pociąg, na przestrzeni 747^m, a maszynista nawet na dystans 800^m pociągu zatrzymać nie umiał, wnioskować należy, że zajść musiała jakaś nieprawidłowość ze strony służby pociągowej. Czas, który upłynął pomiędzy podaniem sygnału a zahamowaniem pociągu, mógł w najgorszym razie wynosić 10 sekund, pociąg biegł z prędkością 15^m na sekundę, zatem przestrzeń przebieżona w ciągu tego czasu, nie mogłaby wynosić więcej jak $15 \times 10 = 150^m$, ponieważ zaś maszynista zeznał, iż dał sygnał hamowania na 800^m przed zwrotnicą wjazdową, przeto pozostawałaby jeszcze przestrzeń $700 - 150 = 650^m$ do przebycia w czasie, jaki upłynął pomiędzy zahamowaniem, a najazdem w stacyi. Ponieważ szybkość biegu w chwili rozpoczęcia hamowania wynosiła 15^m na sekundę, a chyżość ta, w chwili najazdu na pociąg powinna była zejść do wartości zera, zatem wynosiła średnia prędkość jazdy na 650^m długiej przestrzeni $\frac{0 + 15}{2} = 7{\cdot}5^m$ na sekundę. Do przebycia

650^m długiej drogi chyżością $7{\cdot}5^m$, potrzeba $\frac{650}{7{\cdot}5} = 86$ sekund czasu; cała jazda od chwili ujrzenia sygnału przedstacyjnego, aż do zetknięcia się pociągów na stacyi, trwałaby przeto $10 + 86 = 96$ sekund. Ze względu na to, że w takim czasie pociąg z pewnością zatrzymać można, skoro sygnał do hamowania rzeczywiście został danym w tem miejscu, które maszynista wskazał, wypada, że zeznanie maszynisty mija się z prawdą, tj. że hamować nakazał daleko później.

36.

Ciężar pociągów.

Woźnica wie dobrze, że skoro zła droga, nie można wóz obładować tak mocno, jak to się zwykle dzieje, gdyż do przewozu pewnego ciężaru, trzeba na złej szosie większej siły, aniżeli na dobrej. Obładowano wóz tak mocno, jak starczy siła koni, to furman schodzi z wozu, skoro droga idzie pod górę, na równi zaś, przymusza konie do spieszniejszego biegu, bo wie, że w pierwszym razie oporu przybyło, w drugim zaś ubyło.

Podobnie ma się rzecz z przewozem na kolei. W lokomotywie mamy siłę przewozową, na torze mamy opór. Ma siła przewozowa być wyzyskaną, musi opór, jej wyrównywać, tam więc, gdzie opór jest mniejszym od siły przewozowej, można go odpowiednio zwiększyć. Na danym torze zwiększać zaś można opór w dwojaki sposób, zwiększyć albowiem można ciężar pociągu, lub też jazdę przyspieszyć. Oznaczono z góry szybkość przewozu, to wyzyskać można mechaniczną pracę lokomotywy, zwiększając *ciężar* pociągu, oznaczono zaś ciężar pociągów, to wyzyskać się daje owa praca, zwiększaniem *chyżości* jazdy.

Chyżość jazdy i ciężar pociągu, wykluczają się więc wzajemnie, skoro chodzi o przewóz daną lokomotywą po danym torze. Jedno zwiększać można tylko kosztem drugiego, ciężar i chyżość, równocześnie zwiększać nie można.

Pracuje lokomotywa siłą E koni, wydaje więc co sekundę mechaniczną pracę 75.E meterkilogramów, to ilość ta, przedstawia ów zasób mechanicznej pracy, który prowadząc pociąg, wydawać możemy na cele zwalczania oporów;

całkowity opór nie śmie więc żadną miarą pochłaniać więcej pracy jak 75.E meterkilogramów na sekundę.

Wynosi całkowity opór **O** kilogramów, a jazda odbywa się chyżością **c** metrów na sekundę, to ruch taki, wymaga mechanicznej pracy **Oc** meterkilogramów, mamy przeto:

$$75.E = Oc$$

Waży pociąg **P** tonn, a każda tonna jego ciężaru natrafia na opór **o** kilogramów, to pociąg taki, sprawia **o.P** kilogramów oporu, mamy przeto:

$$O = o.P$$

uwzględniając tę okoliczność, wypada:

$$P = 75 \frac{E}{o.c} \qquad 59)$$

tonn, wzór służący do obliczania ciężaru pociągu.

Tutaj oznacza:

P... ciężar pociągu włącznie z ciężarem lokomotywy mierzony w tonnach.

E... skutek użyteczny, czyli efekt, lub pracę lokomotywy, mierzoną w siłach konia.

o... opór jednostkowy w kilogramach, jaki zwalczać ma każda tonna ciężaru pociągu.

c... chyżość jazdy w metrach na sekundę.

Maszyna pracująca siłą 300 koni, poprowadzi po linii stawiającej 15 kilogramów oporu na każdą tonnę ciężaru pociągu, chyżością 10^m na sekundę, pociąg ważący wraz z jej własnym ciężarem:

$$\frac{75 \times 300}{15 \times 10} = 150$$

tonn, waży maszyna 30 tonn, to pozostaje dla wozów, ciężar 120 tonn, waży każdy wóz 10 tonn, to uwiezie maszyna 12 wozów. W równi zaś, gdzie opór jednostkowy wynosi tylko

$$4 + \frac{10^2}{100} = 6$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, uwiezie maszyna nasza już

$$\frac{75 \times 300}{6 \times 10} = 375$$

tonn ciężaru, a przeto więcej niż dwa razy tyle co wzięła pierwej.

Maszyna pracująca siłą 300 koni, wykonywać powinna taką pracę mechaniczną, jakąby wykonało 300 koni żywych, skoro praca wynosząca 75 meterkilogramów na sekundę, odpowiada rzeczywiście tej pracy, jaką koń wykonać może.

Koń, użyty do prowadzenia ciężarów, postępuje przeciętnie chyżością 10 kilometrów na godzinę, czyli chyżością $2{\cdot}77^m$ na sekundę, dla tej więc chyżości obliczyć trzeba ciężary, które maszyna ciągnąć zdoła. Mając te ciężary, oznaczyć trzeba, ile z tego ciężaru wypada na siłę jednego maszynowego konia. Przeprowadzając podobny rachunek dla wzniesień:

0, 5, 10, 20, 30, 40, ‰,

na których to wzniesieniach opór jednostkowy wynosi:

$$0 + 4{\cdot}153 = 4{\cdot}153$$
$$5 + 4{\cdot}153 = 9{\cdot}153$$
$$10 + 4{\cdot}153 = 14{\cdot}153$$
$$20 + 4{\cdot}153 = 24{\cdot}153$$
$$30 + 4{\cdot}153 = 34{\cdot}153$$
$$40 + 4{\cdot}153 = 44{\cdot}153$$

kilogramów na tonnę ciężaru, otrzymamy następujące zestawienie:

‰	maszyna ciągnie ciężar	po odtrąceniu ciężaru maszyny zostaje ciężar	na siłę jednego konia wypada ciężar	siłą jednego konia maszynowego, przewozić można
	t o n n			kilogramów
0	542	512	1·71	1710
5	246	216	0·72	720
10	159	129	0·43	430
20	93	63	0·21	210
30	66	36	0·12	120
40	51	21	0·09	90

Widzimy więc, że siłą konia maszynowego, przewieźć można na równi ciężar 1710 kilogramów, na wzniesieniu zaś mającym stromości 40‰ już tylko ciężar 90 kilogramów.

Następująca tabelka wzięta ze sprawozdania pana *Buirkli* (1881) wykazuje różnicę siły konia żywego a konia maszynowego.

Siła użyta do przewozu	na wzniesieniu ‰					
	0	5	10	20	30	40
	przewodzić się daje ciężar kilogr.					
koń na szosie makademizowanej	880	770	680	550	460	400
koń na bruku . . .	1780	1360	1100	790	620	510
koń na tramwaju . .	4000	2380	1680	1050	770	605
lokomotywa na szynie .	1710	720	430	210	120	90

Widzimy więc, o wiele silniejszym jest koń żywy od konia maszynowego, nie zapominać jednak trzeba, że jest silniejszym, skoro chodzi o ruch wolny. Koń nie przyspieszy ruchu swego znacznie więcej, i pracował nie będzie jednostajnie przez czas dłuższy, maszyna zaś, biedz może spiesznie i pracować ciągle. Koń nie uciągnie wcale żadnego ciężaru, gdyby biedz musiał chyżością 10^m na sekundę, t. j. robić 36 kilometrów na godzinę, chyżości tej, nie osiągniętoby chociażby nawet użyto i 300 koni, maszyna zaś, pracując siłą 300 koni, ciągnie 12 wozów, każdy po 10 tonn, chyżością 10^m na sekundę.

Ciężar jaki maszyna uciągnąć zdoła, nie zależy jednak li tylko od *siły lokomotywy*, ale nadto także, (jak to już wykazuje wzór podany pod numerem 59,) od oporu znajdującego na drodze, a więc od *profilu linii kolejowej*.

Prowadzi maszyna pociąg, którego ciężar obliczono podług największego oporu na linii kolejowej, to siła tej maszyny będzie wyzyskaną, podczas całej drogi tylko wtedy, skoro cała droga posiada opór jednakowy.

Ponieważ jednak, skutkiem krzywizn, opór ruchu się zmienia, nawet na jednostajnie prowadzonych wzniesieniach,

więc wypada, że nawet na takich wzniesieniach, siła maszyny wyzyskaną nie będzie, co znów sprawia, że prowadzenie ruchu kosztuje więcej, jakby kosztowało, gdyby z góry już budowano linię kolejową tak, aby wzniesienia jednostajnej stromości, pomimo zmiennych zakrzywień, stawiały ruchowi opór jednostajny.

Myśl tę podjęto podczas budowy austryackiej kolei *Kriegsdorf-Roemerstadt* i *Tarvis-Pontafel*, i stosownie do niej opracowano w generalnej inspekcyi ustawę, obowiązującą koleje od r. 1882, mocą której trasować się winno koleje tak, aby jadąc w kierunku maksymalnego wzniesienia, opór ruchu podczas całej drogi na wzniesieniu, pozostawał jednakowym bez względu na to, czy wzniesienie leży w linii prostej lub też w łukach.

Na kolejach tak trasowanych, wyzyskać będzie można siłę przewozową lepiej, przez co przeciętny ciężar pociągów zwiększyć się musi, co znów zmniejszenie wydatków na prowadzenie ruchu, za sobą pociągać będzie.

Znając siłę przewozową, maszyny służącej do prowadzenia pociągów, oblicza się ciężar pociągu, odpowiadający tejże sile, ze względu na to, że jest

$$S = o.P$$

skoro wyraża **S** ową siłę przewozową odpowiadającą chyżości jazdy, mierzoną w kilogramach, wzorem:

$$P = \frac{S}{o} \ldots \qquad 60)$$

w którym wyraża:

P... ciężar pociągu włącznie z cieżarem lokomotywy, wyrażony w tonnach.
S... siłę przewozową w kilogramach.
o... opór jednostkowy.

Wydawaćby się mogło, że używając wzór 60 obliczyć można ciężar pociągu niezawiśle od chyżości jazdy, tak jednak nie jest, albowiem tak siła przewozowa jakoteż i opór jednostkowy zależą od chyżości jazdy.

Przykład.

Do przewozu ciężarów mamy lokomotywę, która poruszając się szybkością:

$$\begin{array}{lll} 5^m & \text{na sekundę, wydaje siłę} & \\ 8^{\prime\prime} & \text{„ „ „ „} & \\ 10^{\prime\prime} & \text{„ „ „ „} & S = \\ 15^{\prime\prime} & \text{„ „ „ „} & \end{array} \left\{ \begin{array}{l} 5953 \\ 4438 \\ 3857 \\ 2831 \end{array} \right.$$

kilogramów, zachodzi pytanie jak ciężkie pociągi prowadzić będzie można jadąc chyżością:

5, 8, 10; 15

metrów na sekundę, w kierunku wzniesień mających stromości:

o, 5, 7, 10, 12, 15

mili metrów

Wymienionym chyżościom i wzniesieniom, odpowiadają opory, wyliczyć się mające ze wzoru:

$$o = 4 + m + \frac{v^2}{50}$$

skoro wstawimy,

$$m = o, 5, 7, 10, 12, 15$$

jakoteż

$$v = 5, 8, 10, 15$$

otrzymamy w takim razie następującą tabliczką:

V	m =					
	0	5	7	7	10	15
5	$4\cdot_5$	$9\cdot_5$	$11\cdot_5$	$14\cdot_5$	$16\cdot_5$	$19\cdot_5$
8	$5\cdot_3$	$10\cdot_3$	$12\cdot_3$	$15\cdot_3$	$17\cdot_3$	$20\cdot_3$
10	$6\cdot_0$	$11\cdot_0$	$13\cdot_0$	$16\cdot_0$	$18\cdot_0$	$21\cdot_0$
15	$8\cdot_5$	$13\cdot_5$	$15\cdot_5$	$18\cdot_5$	$20\cdot_5$	$23\cdot_5$

Chcąc otrzymać ciężar pociągów biegnących chyżością 5^m w kierunku wzniesień o, 5, 7, 10, ... $^0/_{00}$ dzielić trzeba siłę przewozową

odpowiadającą chyżości 5^m, a więc liczbę 5953 kolejno przez opory od powiadające tem samem chyżościom, więc przez liczby 4·5, 9·5, 11·5 ...

W takim razie otrzymujemy:

w kierunku wyrównanego wzniesienia ‰	Jadąc chyżością (metrów na sekundę)			
	5	8	10	15
	pociągnie lokomotywa ciężar wynoszący tonn:			
0	1320	837	643	333
5	627	430	350	209
8	518	360	296	182
10	410	290	241	153
12	360	256	214	138
15	305	218	183	120

Jadąc chyżością 8^m na sekundę w kierunku wzniesienia 7‰ pociągnie lokomotywa ciężar 360 tonn, waży sama wraz z tenderem 50 tonn, to zostanie dla wozów ciężar 310 tonn.

37.

Wzór doświadczalny do obliczania ciężaru pociągu.

Sposób obliczania ciężaru pociągu podany w § 36 jest wprawdzie dokładnym, lecz z powodu konieczności oznaczania siły przewozowej, nie bardzo wygodnym. Nie chodzi o zbytnią dokładność, to *szacować* można celem prędkiego zoryentowania się, ciężar pociągów, jak następuje: Wyraża **H** powierzchnię ogrzewalną w metrach kwadratowych, to

wykazano w § 27 działu lokomotywa, że między chyżością jazdy, siłą przewozową i powierzchnią ogrzewalną istnieje związek:

$$S = 200 \frac{H}{c}$$

wstawiając w ten wyraz w miejsce **S** wartość **oT**, przychodzimy do wzoru:

$$P = \frac{200}{o.c} H \ldots \qquad 61)$$

w którym wyraża:

P... ciężar pociągu włącznie z ciężarem lokomotywy, mierzony w tonnach.
H... powierzchnię ogrzewalną w $\square^m$.
o... opór jednostkowy, w kilogramach.
c... chyżość jazdy w metrach na sekundę.

Ściśle biorąc pisać trzeba:

$$o = 4 + m + \frac{c^2}{50}$$

zadowalając się jednak przybliżeniem, wstawić można:

$$o = 4 + m$$

w którym to razie otrzymujemy:

$$P = \frac{200.H}{(4 + m)\,c} \ldots \qquad 62)$$

wzór do *szacowania* wielkości ciężaru pociągów.

Następująca tabliczka wykazuje ciężar pociągów, pod supozycyą, że powierzchnia ogrzewalna wynosi $100\square^m$, otrzymana ze wzoru powyższego wstawieniem poszczególnych wartości za **c** i **m**.

Ciężar pociągu włącznie z ciężarem lokomotywy i tendera wynosić może pod supozycyą 100 □^{m} wielkiej powierzchni ogrzewalnej												
w kierunku wzniesienia ‰	jadąc chyżością, metrów na sekundę:											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	tonn											
0	1250	1000	833	714	625	555	500	454	417	385	357	333
5	555	444	370	318	277	247	222	202	185	171	159	148
7	454	363	313	260	227	202	182	165	157	147	130	121
8	416	355	277	238	203	185	167	155	138	128	119	118
10	357	285	236	204	178	158	143	130	118	110	102	95
12	317	250	208	178	158	128	125	114	104	96	89	83
13	294	235	196	168	147	130	118	107	98	90	84	80
15	265	212	176	151	132	117	106	96	88	81		
17	238	190	160	136	119	106	95	86	80			
20	208	166	140	120	104	92	83					

Nie wynosi zaś powierzchnia ogrzewalna 100^m kwadratowych lecz **H** $\square^m$, to pomnożyć trzeba liczby powyższej tabliczki przez $\frac{H}{100}$. Na wzniesieniu $10^0/_{00}$ powiezie n. p. lokomotywa której powierzchnia ogrzewalna wynosi 120 $\square^m$, chyżością 12^m na sekundę, pociąg ważący:

$$118 \frac{120}{100} = 152$$

tonn, waży lokomotywa wraz tenderem 52 tonn, to pociąg ważyć może:

$$152 - 52 = 100$$

tonn.

Przykład.

Jadąc ze stacyi **A** do stacyi **B** natrafiemy na wzniesienie:

0	$^0/_{00}$	leżące	w łuku	zatoczoncm promieniem	800m
5	„	„	„	„	1800“
8	„	„	„	„	1200“
10	„	„	„	„	300“
13	„	„	„	„	150“
14	„	„	„	„	300“
15	„	„	„	„	∞

Do przewozu towarów ze stacyi **A** do stacyi **B** mamy lokomotywę której powierzchnia ogrzewalna wynosi $120\square^m$ Przewóz zaś, ma się odbywać w ten sposób, że chyżość jazdy, w żadnem miejscu spadać nie ma poniżej 4^m na sekundę. Zachodzi pytanie, jak ciężkie pociągi przewozić będzie można?

Zamieniając łuki na równoważne im wzniesienia leżące w prostej, pisząc:

$$m^1 = m + \frac{600}{R}$$

gdzie wyraża m^1 wzniesienie wyrównane czyli wzniesienie równoważące wzniesieniu leżącemu w łuku mającemu stromość $m^0/_{00}$, przekonujemy się, że:

w z n i e s i e n i u;		
kiórego stromość wynosi $^0/_{00}$	leżącemu w łuku zatoczonym promieniem Rm	odpowiada wzniesienie proste mające stromość $^0/_{00}$
0	800	$^3/_4$
5	1800	$5^1/_3$
8	1200	$8^1/_2$
10	300	12
13	150	17
14	300	16
15	∞	15

Wzniesienie $13^0/_{00}$ leżące w łuku, którego promień wynosi 150^m przedstawia ruchowi największy opór, bo opór równający się wzniesieniu prostemu $17^0/_{00}$. Jest wzniesienie to, tak krótkie że rozpędzająca się lokomotywa przebyć go może (§ 19.) to pozostać ono może bez uwzględnienia, w którym to razie, następujące wzniesienie t. j. wzniesienie $16^0/_{00}$ w rachunek wchodzić musi. Niema oprócz wzniesień 16 i $17^0/_{00}$ bystrych wzniesień, a wzniesienia te rozpędzająca się maszyna przebyć nie może, to się zastanowić trzeba co jest korzystniej, czy użyć dla przebycia tych wzniesień przyprzęży, (§ 44.) czy też obliczać ciężar pociągu stosownie do najstromszego z nich, w naszym razie, do wzniesienia $17^0/_{00}$. Stosując się podług tego wzniesienia, widzimy, że jadąc chyżością 4^m na sekundę uciągnie maszyna, mająca $100\square^m$ powierzchni ogrzewalnej, pociąg który waży 238 tonn. Ponieważ lokomotywa ma $120\square$ metrów powierzchni ogrzewalnej, więc uwiezie pociąg ważący:

$$238 \frac{120}{100} = 285$$

tonn. Na wzniesieniach łagodniejszych od wzniesienia panującego, chyżość jazdy się zwiększy, bo ciężar pozostaje niezmiennym. Wynosi bowiem podczas całej drogi **A B.** 285 tonn. Chyżości odpowiadające wzniesieniom,

17, 16, 15, 12, $8\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{3}$, $\frac{3}{4}$

znaleść zaś można podług § 15 znając siły przewozowe lokomotywy, przeznaczonej do przewozu.

38.

Przeciętny ciężar pociągów.

Każda droga żelazna prowadzi zapiski z których powziąść może przeciętny ciężar pociągów, jakie kursowały na jej torach. Następująca tabliczka daje obrazek podobnych zapisków i odnosi się do pociągów, które kursowały na austryackiej kolei południowej.

rok	Ciężar pociągu (wozów)			
	osobowego	mięszanego	towarowego	w ogóle
	wynosił w tonnach			
1867	86·0	152·0	226·0	177·3
68	85·9	152·1	231·1	181·7
69	88·8	171·7	256·8	192·2
1870	88·5	172·3	271·8	189·7
71	92·1	182·8	278·3	200·5
72	92·0	193·9	284·1	197·7
73	97·0	192·5	289·2	199·6
74	91·4	184·8	289·0	196·7
1875	89·6	192·3	288·4	198·3
76	93·5	194·1	291·0	200·1
77	90·6	196·9	304·7	209·9

Zauważać wypada, że na linii, po której powyższe pociągi kursowały, znajdują się góry: *Semmering*, *Brenner i Pustertal*, które to góry, niedozwalały pociągów obciążać

dostatecznie. Jak wielce zaś wpływają wzniesienia na przeciętny ciężar pociągów, wykazuje następująca tabliczka uwidoczniająca przeciętny ciężar pociągów, które kursowały na niektórych kolejach niemieckich.

droga żelazna	ciężar w tonnach
prawy brzeg, rzeki Oder	275
austryjacka państwowa	250
„ cisańska	235
galicyjska Karola Ludwika	230
czesko zachodnia	215
Wrocław Szweidnice	205
austryjacka południowa	200
Westfalska	190
bawarska wschodnia	185
Berlin — Anhalt	175
kolej turyngska	169
bawarska państwowa	162
hanowerska	140
badeńska	137
austryjacka arcyksięcia Rudolfa . . .	135
Voralberg w Tyrolu	80

Kolej państwowa znajdująca się w Galicyi, a mianowicie kolej tak zwana *Tarnowsko Leluchowska*, obciąża znów pociągi swe podług następującej tabliczki, z której powziąść można różnice w obciążaniu pociągów podczas lata i zimy, o której to różnicy później pomówiemy.

Ciężar pociągu w tonnach				
na linii	w lecie		w zimie	
	osobowy	mięszany	osobowy	mięszany
Tarnów, Grybów . .	310	220	280	190
Grybów, Tarnów . .	390	275	350	250
Grybów, Ptaszkowa .	140	110	125	100
Ptaszkowa, Grybów .	200	140	180	130
Ptaszkowa, Sącz . .	200	140	180	130
Sącz, Ptaszkowa . .	140	110	125	100
Sącz, Orło . . .	310	220	280	190
Orło, Sącz . . .	390	275	350	250

39.

Granica, do której posuwać można ciężar pociągów.

Chcąc lokomotywę wyzyskać zupełnie, sprawić trzeba, aby siła jej przewozowa dochodziła do wartości adhezyi, a ponieważ siła przewozowa równa się zawsze oporowi, opór zaś, na danej linii zależy od ciężaru pociągu, więc widzimy możebność wyrażania ciężaru pociągu jako funkcye adhezyi (dział lokomotywa § 21). Wyraża **A** adhezyę całkowitą w kilogramach, **S** siłę przewozową również w kilogramach, to mamy:

$$S = \frac{10}{11} A$$

a ponieważ

$$S = oT$$

więc będzie:

$$P_{max} = \frac{10}{11} \cdot \frac{A}{o} \ldots \qquad 63)$$

wzór służący do obliczania możebnie największego ciężaru pociągu, w którymto wzorze oznacza:

P... możebnie największy ciężar pociągu, wyrażony w tonnach.

A... całkowitą adhezyę lokomotywy w kilogramach.

o... opór jednostkowy w kilogramach.

Wynosi adhezya pewnej lokomotywy 5500 kilogramów, a lokomotywa prowadzić ma pociągi po linii stawiającej ruchowi, 10 kilogramów oporu na tonnę ciężaru pociagu, to pociągi ważyć mogą co najwięcej

$$\frac{10}{11} \times \frac{5500}{10} = 500 \text{ tonn.}$$

Zważywszy, że adhezya wynosi w najkorzystniejszym razie 180 kilogramów na tonnę ciężaru pociągu (dział lokomotywa § 8), jakoteż że lokomotywa spoczywająca na czterech osiach, ważyć może co najwięcej (dział lokomotywa § 9) 56 tonn, wypada, że większej adhezyi niż

$$56 \times 180 = 10000$$

kilogramów nigdy uzyskać nie będzie można. Przyjmując chyżość 3^m na sekundę jako minimum chyżości pociągów na otwartej linii, odpowiada tej chyżości opór jednostkowy

$$4 + \frac{3^2}{50} = 4^1/_5$$

kilogramów na tonnę ciężaru, w takim razie ważyć może pociąg co najwięcej:

$$\frac{10}{11} \times \frac{10000}{4^1/_5} = 2165$$

tonn. Widzimy więc, że cięższych pociągów jak 2165 lub biorąc okrągło cięższych jak 2000 tonn, jedną maszyną na kolejach przewozić nie będziemy.

W praktyce kolejowej nie znachodzimy jednak nigdy tak ciężkich pociągów, granicę do której posuwać można ciężar pociągu, stanowi bowiem wytrzymałość sprzęgła. Podług ustawy związkowej, wytrzymać musi sprzęgło siłę ciągnienia, wynoszącą 6500 kilogramów, ze względów bezpieczeństwa nie obciąża się jednak nigdy maszyny do tego stopnia, aby całkowity opór ruchu wynosił 6500 kilogramów praktyka uczy, że stosownem będzie obciążyć maszynę co najwyżej tak, aby sprzęgła pozostawały pod wpływem siły 75% mniejszej, a więc siły 5000 kilogramów, tak więc, że maksymalna adhezya będzie A = 5000. Przyjmując, że opór jednostkowy wynosi 4 kilogramy na tonnę ciężaru wypada ze wzoru numer 63:

$$P_{max} = \frac{10}{11} \cdot \frac{5000}{(m + 4)}$$

lub okrągło:

$$P_{max} = \frac{4540}{m+4}$$

tonn. Na linii poziomej będzie więc:

$$P_{max} = \frac{4540}{0+4} = 1136 \text{ tonn.}$$

Co się tyczy długości pociągu, to zależy ona od ilości wozów, wchodzących w skład pociągu. Na angielskiej kolei *Great-Northern* nie mającej znacznych wzniesień, mają pociągi:

osobowe	70	osi
węglarki	70	„
towarowe	90	„
złożone z próżnych wozów	100	„

Biorąc zaś wzgląd na wzniesienia, przyjąć można jako przeciętne liczby wyrażające długość pociągów, daty uwidocznione w następującej tabliczce:

Pociąg	na wzniesieniu do		
	5	10	15
	‰		
	nadać można pociągowi, osi:		
pospieszny . . .	20	20	20
osobowy	30	30	30
mięszany . . .	80	50	30
towarowy . . .	120	100	60

Ustawa z dnia 18 października 1867, mocą której zaprowadzono dla wszystkich dróg żelaznych obowiązującą instrukcyę ruchu, przepisuje dla Austryi, że pociąg:

osobowy nie śmie mieć więcej niż 100 osi.
towarowy „ „ „ „ „ 200 osi.

40.

Wpływ ciepłoty na obciążanie lokomotywy.

Ciężar pociągów obliczony podług siły lokomotywy i wielkości oporu, uważamy jako normalne obciążenie maszyny, odnoszące się do temperatury $+ 5^0$ R, spada zaś temperatura lub następują jakieś nadzwyczajne okoliczności, to obliczaćby wypadało ciężar, jaki maszynie przyczepićby można, osobno, t. j. stosownie do tychże nadzwyczajnych okoliczności.

Prościej dojść jednak można do celu, oznaczając współczynnik, jakim pomnożyć wypada ciężar normalny, chcąc otrzymać ciężar pociągu, odpowiadający poszczególnem okolicznościom.

Zmienia się ciepłota, spada np. znacznie poniżej $+ 5^0$ R, to w takim razie nie można już maszynę obciążać ciężarem **P** tonn (wzór 63), lecz przyczepić jej będzie można ciężar mniejszy, albowiem przy niższej temperaturze utrudnia się

rozwój pary w kotle lokomotywy, a krzepnące smarowidło sprawia, że opór ruchu się zwiększa.

O ile zaś z powodu tych okoliczności maszynę mniej obciążać wypada, teoretycznie oznaczyć trudno, doświadczenie jednak uczy, że zniżając ciężar pociągu o jeden procent na każdy stopień obniżenia się temperatury, czynimy zadość warunkom ruchu.

Stosując się do tego doświadczenia obciąża się lokomotywy ze względu na temperaturę w sposób uwidoczniony w następującej tabelce:

Ciężar pociągu wynosi		
podczas temperatury		% ciężaru normalnego
od	do	
stopni Reaumura		
+ 5°	wyżej	100
+ 4°	0	95
— 1°	— 5°	90
— 6°	— 10°	85
— 11°	niżej	80

Przykład

Wiele ciągnąć będzie lokomotywa mająca 130□^{m} wielką powierzchnię ogrzewalną poruszająca się chyżością 10^m na sekundę, podczas zimna — 10° R, w kierunku wzniesinia leżącego w łuku, którego promień wynosi 300^m a stromość 8‰. — ?

Ponieważ stromość wyrównanego wzniesienia wynosi 10‰ to wyniesie siła przewozowa, pod supozyją że pociąg waży x tonn, $\left(4 + 10 + \frac{10^2}{50}\right) x$ kilogramów, a ponieważ przyjąć można 2·5 sił konia na jeden □^{m} powierzchni ogrzewalnej, więc będzie siła przewozowa $\frac{2{\cdot}5 \times 130 \times 75}{10}$ kilogramów. Porównywując ze sobą obydwa te wyrazy, otrzymujemy x = 152 tonn dla temperatury + 5° R. Dla temperatury — 10° R będzie przeto ciężar pociągu 0·85 × 152 = 129 tonn.

41.

Wpływ stanu powietrza na obciążanie lokomotywy.

Deszcz, śnieg i rosa wpływają o tyle na ciężar pociągu, że zwilżają szynę, przez co adhezya mniejszą się staje. Wiatr zaś adhezyi nie zmniejsza, zwiększa on jedynie opór, co sprawia, że ciężar pociągów, biegnących przeciw wiatru, również zmniejszać trzeba. Wpływy stanu powietrza są więc tego rodzaju, że wymagają zmniejszanie ciężaru pociągu, obliczonego bez względu na stan powietrza.

Na kolejach górskich wydarza się często, że podczas gdy jedna stacya cieszy się pogodą, druga wyżej położona ma słotę. Pociąg wyszedłszy podczas pogody, natrafia na słotę, skutkiem której adhezya spaść może tak nizko, że wozy od pociągu odczepiać trzeba. Dlatego też wypada, aby stacye takich kolei, porozumiewały się ze sobą, co się tyczy obciążania pociągów, bo tylko tym sposobem unika się nieprzyjemnych dla ruchu zdarzeń, jak np. rozerwanie się pociągu, odczepianie wozów, sprawiające częstokroć niekorzystny stosunek hamulców itp.

Chcąc wpływ zmiany adhezyi na ciężar pociągu należycie ocenić, zauważyć należy, że skoro **M** wyraża ciężar maszyny, złożony na osie kół popędowych, **h** adhezyę jednostkową, to mamy:

$$A = h.M$$

skutkiem czego wyniesie ciężar pociągu:

$$P = \frac{10}{11} \times \frac{h.M}{O}$$

tonn. Spada zaś adhezya jednostkowa z wartości **h** do wartości h_1, to w takim razie będzie dla tej samej lokomotywy

$$P^1 = \frac{10}{11} \times \frac{h_1.M}{O}$$

a przeto:

$$P : P^1 = h : h_1 \ldots \qquad 64)$$

wzór określający związek między ciężarem pociągu a adhezyą.

Podczas zwykłej pogody wynosi adhezya jednostkowa h = 130 kilogramów. Skoro adhezyi 130 odpowiada ciężar

100, to adhezyi h_1 odpowiadać będzie ciężar P^1, kóryto ciężar oblicza się z proporcyi:

$$130 : h_1 = 100 : P^1$$

tak więc, że będzie:

$$P^1 = \frac{10}{13} h_1 \ldots \qquad 65)$$

wzór służący do obliczania ciężaru pociągu biegnącego podczas anormalnego stanu powietrza, tutaj wyraża:

P^1... ciężar pociągu biegnącego podczas anormalnego stanu powietrza wyrażony w procentach prawidłowego ciężaru.

h_1... adhezyę anormalną, mierzoną w kilogramach.

Przykład.

Jak ciężki pociąg poprowadzi lokomotywa mająca 124□^{m} powierzchnią ogrzewalną, podczas deszczu na wzniesieniu leżącem w łuku którego promień wynosi 600^m a stromość 7$^0/_{00}$ chyżością 11^m na sekundę?

Wzniesieniu leżącem w łuku, odpowiada równoważne wzniesienie proste:

$$m = 7 + \frac{600}{600} = 8^0/_{00}$$

na wzniesieniu 8$^0/_{00}$ odpowiada chyżości 11^m, podług § 37, ciężar 155 tonn, ponieważ jednak szyny są wilgotne, więc adhezya spada z wartości normalnej 130 do wartości anormalnej wynoszącej 105 kilogramów na tonnę ciężaru złożonego na osie kół popędowych. Skutkiem tego wyniesie ciężar pociągu ze względu na wzór 65:

$$\frac{10}{13} \cdot 105 = 80 \ \%$$

ciężaru normalnego, a więc

$$0{\cdot}8 \cdot 155 = 124$$

tonn.

Co się tyczy wpływu, jaki wywiera wiatr na obciążanie pociągu, to obliczyć wprawdzie można przyrost oporu, sprawionego wiatrem, lecz obliczania podobne nie mają wiele praktycznej wartości, gdyż kierunek, uderzenia wiatru na pociąg, zmienia się często, chociażby wiatr kierunku nie zmieniał. Wjeżdża bowiem pociąg w krzywiznę, to krzywizna zmieniając swój kierunek względnie do południka,

zmieniać go musi względnie do niezmiennego kierunku wiatru. Doświadczenia niemieckiej kolei, wiodącej z *Kolonii* do *Minden*, pouczyły, że wiatr wiejący z boku, zwiększa opór ruchu na tonnę ciężaru pociągu, przy pociągach, składających się z wozów:

$$\begin{matrix} \text{krytych} \ . \ . \ . \\ \text{otwartych} \ . \ . \end{matrix} \quad \text{o wartość} = \begin{cases} 0{\cdot}50.w \\ 0{\cdot}25.w \end{cases}$$

kilogramów, skoro **w** oznacza ciśnienie wiatru w kilogramach na $\square^m$ powierzchni.

Próby, poczynione na wspomnianej kolei pouczyły, że wiatr wiejący z boku, ciśnie na metr kwadratowy siłą, wynoszącą w przecięciu 1·45 kilogramów. Mamy więc w = 1·45, a przeto wynosi przyrost oporu sprawiony wiatrem, dla wozów:

$$\begin{matrix} \text{krytych} \ . \ . \ 0{\cdot}\ 5.1{\cdot}45 = 0{\cdot}7 \\ \text{otwartych} \ . \ . \ 0{\cdot}25.1{\cdot}45 = 0{\cdot}3 \end{matrix}$$

kilogramów, przeciętnie zaś, przyrost wyniesie:

$$\frac{0{\cdot}7 + 0{\cdot}3}{2} = 0{\cdot}5$$

kilograma na tonnę ciężaru.

O ile zaś podobny przyrost oporu, wpływa na ciężar pociągu obliczyć nie trudno. Wyraża **o** opór jednostkowy (w kilogramach na tonnę ciężaru), **A** adhezyę całkowitą w kilogramach, **P** ciężar pociągu w tonnach, to mamy ze względu na wzór 59:

$$P = \frac{10}{11} \times \frac{A}{o}$$

wieje zaś wiatr, to opór zwiększy się o 0·5 kilograma, wyniesie przeto

$$(o + 0{\cdot}5)$$

kilogramów na tonnę ciężaru. Ciężar pociągu prowadzonego tą samą lokomotywą, spadnie w takim razie do wartości:

$$P^1 = \frac{10}{11} \times \frac{A}{o + 0{\cdot}5}$$

Ciężar w procentach dawnego, wyniesie przeto:

$$\frac{100\ P^1}{P} = p = \frac{o \times 100}{o + 0{\cdot}5}$$

ponieważ opór jednostkowy dla chyżości 5^m na sekundę wynosi

$$o = 4 + \frac{5}{50} = 4{\cdot}5$$

kilogramów, więc będzie:

$$p = \frac{4{\cdot}5 \times 100}{4{\cdot}5 + 0{\cdot}5} = 90$$

co znaczy, że ciężar pociągu stojącego pod wpływem wiatru, wynosi 90% ciężaru normalnego.

42.

Wpływ ładunku wozów na obciążenie lokomotywy.

Widzieliśmy (w § 41), że temperatura powietrza jest jednym z tych czynników, które sprawiają, że zniżać trzeba normalne obciążenie lokomotywy. Drugim czynnikiem wpływającym również na obniżenie normalnego obciążenia maszyny prowadzącej pociąg, okazuje się być okoliczność, czy pociąg składa się z wozów ładowanych, czy też z próżnych.

Nietrzeba albowiem zapominać, że tylko pociąg złożony z wozów naładowanych zwalczać ma opór wynoszący **o** kilogramów na tonnę jego ciężaru, pociąg zestawiony z wozów próżnych, zwalcza opór o 35% większy (dział lokomotywa § 35), pociąg zaś uszykowany częściowo z wozów próżnych, częściowo z wozów naładowanych, zwalczać przeto będzie opór inny.

Zestawiono pociąg tak, że ciężar wozów próżnych, wynosi **p**, ciężar zaś wozów ładownych **l** tonn, a zwalcza każda tonna ciężaru wozów ładownych **o**, każda zaś tonna ciężaru wozów próżnych, opór o^1 kilogramów, to wynosi opór wozów ładownych **ol**, opór zaś wozów próżnych $o^1.p$ kilogramów, całkowity opór pociągu, wynosi przeto:

$$ol + o^1p$$

kilogramów. Na tonnę ciężaru pociągu, t. j. ciężaru $(l + p)$ wypada przeto:

$$\frac{ol + o^1p}{l + p}$$

kilogramów oporu.

Wyraża **z** stosunek ciężaru wozów próżnych do ciężaru wozów ładownych, znajdujących się przy pociągu, to będzie

$$\frac{p}{l} = z$$

a przeto opór jednostkowy całego pociągu:

$$\left(\frac{o + o^1 z}{1 + z}\right)$$

kilogramów, uwzględniając dalej, że podług § 35 działu lokomotywa

$$o^1 = 1{\cdot}35 . o \text{ lub}$$

$$o^1 = {}^3/_2 . o$$

więc będzie opór jednostkowy pociągu złożonego częściowo z wozów próżnych:

$$\left(\frac{1 + {}^3/_2\, z}{1 + z}\right) . o$$

kilogramów.

Maszynę obciążyć przeto można (ze względu na wzór numer 63 § 39) ciężarem ważącym:

$$P_1 = \frac{10}{11} . A \frac{(1 + z)}{o\,(1 + {}^3/_2\, z)}$$

tonn, a ponieważ obciążenie maszyny w razie złożenia pociągu ze samych wozów ładownych, wynosi:

$$P = \frac{10}{11} . \frac{A}{o}$$

tonn, (jak to wypływa z powyższego wzoru, wstawiając tam z = o, lub ze wzoru numer 63) więc mamy stosunek obciążenia nadzwyczajnego do obciążenia normalnego:

$$\frac{P_1}{P} = \frac{1 + z}{1 + {}^3/_2\, z}$$

lub wyrażając stosunek ten, w procentach obciążenia normalnego:

$$\frac{P_1}{P} . 100 = 100 . \left(\frac{1 + z}{1 + {}^3/_2\, z}\right)$$

nazywając procent ten krótko literą p, mamy:

$$p = 100 \left(\frac{1 + z}{1 + {}^3/_2\, z}\right) \ldots \qquad 66.$$

wzór służący do obliczania ciężaru pociągu, złożonego z wozów próżnych i ładownych, tutaj wyraża:

p... ciężar pociągu złożonego po części z wozów próżnych i ładownych, wyrażony w procentach ciężaru pociągu uszykowanego ze samych wozów ładownych.
z... stosunek ciężaru wozów próżnych do ciężaru wozów ładownych wchodzących w skład pociągu.

Przykład.

Na stacyi, zestawiono pociąg składający się z 40 wozów w sposób następujący:

16 wozów próżnych ważą	80 tonn
24 wozów ładownych ważą	240 „
cały pociąg waży	320 tonn

Pociąg ten, ma być prowadzonym w kierunku wzniesienia leżącego w łuku, którego promień wynosi 854^m, stromość zaś $9^0/_{00}$. Skoro lokomotywa przeznaczona do prowadzenia tego pociągu sprawia 6000 kilogramów adhezyi, a rozwój pary w kotle, stoi w stosunku do tejże adhezyi, zachodzi pytanie, czy maszyna ta, poprowadzi ów pociąg pod takiemi warunkami.

Ciężar wozów próżnych, stoji do ciężaru wozów ładownych w stosunku

$$\frac{80}{240} = {}^1/_3$$

mamy przeto $z = {}^1/_3$, wstawiając tę wartość we wzór podany pod numerem 66 otrzymujemy

$$p = 89\ \%$$

co znaczy, że 89% normalnego obciążenia, maszynie przyczepić będzie można.

Ponieważ opór jednostkowy wynosi

$$4 + 9 + \frac{600}{854} + \frac{8^2}{50} = 15$$

kilogramów na tonnę ciężaru, więc mamy $o = 15$, a przeto możebnie największe obciążenie

$$P = \frac{10}{11}\ \frac{6000}{15} = 363$$

tonn, 89% tego ciężaru, wynosi

$$0{\cdot}89 \times 363 = 323$$

tonn a ponieważ pociąg waży 320 tonn, więc widzimy że maszynę obciążono dostatecznie nie przeciężając ją wcale.

43.

Przyprząż czyli doprząg do pociągów.

Natrafia woźnica, prowadząc na szosie ciężkie bryki, na górę, którą ominąć nie może, to przyprzęga do swej bryki parę świeżych koni, które napowrót odsyła, skoro bryka wyjedzie na górę.

Na kolejach żelaźnych nie wydarzają się wprawdzie podobne wypadki, gdyż droga, jaką pociąg przebywa, najdokładniej naprzód jest znaną. Pomimo to, są jednak okoliczności, które zniewalają do przyprzęgu lokomotywy pomocniczej.

Nagromadzi się naprzykład znaczna ilość towaru do przewozu, tak, że pociągi prowadzone jedną tylko maszyną, towaru tego w danym czasie przewieść nie zdołają, to się nasuwa myśl prowadzenia ich dwiema maszynami, gdyż w takim razie zwiększy się nie tylko ciężar jaki jednym pociągiem przewieść można, ale umniejszy się nadto ilość służby pociągowej, gdyż pociąg prowadzony dwiema maszynami, nie potrzebuje dwóch konduktorów go prowadzących, ani też dwóch manipulantów do pakunku i towaru, wymaga on bowiem tylko zwiększenia liczby hamulczych.

Jeżeli się jednak zważy, że używając dwóch maszyn, pociągi idące w równi, nabrać mogą łatwo długości na którą ustawa nie zezwala, jakoteż że przy długich pociągach sprzęgła mocno się nadwerężają, że przy pociągach takich utrudnione są przegląd i manipulacya pociągowa, że wymijanie się pociągów długich, natrafia częstokroć w stacyach na trudności, że ruchy takich pociągów są ciężkie wymagające dużo czasu, że więc przestanki łatwo się przydłużają, co znów sprowadza pewien nieład w ruchu, przyjdzie się do przekonania, że prowadzenie pociągów jedną tylko maszyną, powinno być regułą, używanie zaś przyprzęży, zawsze wyjątkiem, który każdą razą usprawiedliwić wypada.

Do wyjątków usprawiedliwić się dających, należy przyprzęganie maszyny do pociągów, które prowadzić się ma przez *strome góry*. W takim razie, wyczerpują się bowiem tak siła przewozowa jak i adhezya, zanim jeszcze długość pociągu dojdzie do owej granicy, której ustawa przekraczać nie dozwala.

Gdyby pociągi przeprowadzać chciano przez góry, tą samą lokomotywą, która je prowadzi w równi lub terenie

pagórkowatym, to przewóz taki, nie odpowiadałby warunkom ekonomji, albowiem musianoby w takim razie przewozić w *równiach* tylko takie ciężary, jakie maszyna przez *górę* przewieść zdoła. Obciążono maszynę w równi zupełnie, to, nie przewiezłaby swego ciężaru przez górę; obciążanoby ją zaś odpowiednio do stromości góry, nie byłaby wyzyskaną w równi. O ile zaś zwiększać można ciężar pociągu prowadzonego dwiema, na jego czele ustawionemi lokomotywami, obliczyć się daje w sposób następujący:

Waży przyprzężona lokomotywa, tyle samo co lokomotywa pociągowa, czyli raczej, sprawiają obydwie lokomotywy jednakową adhezyę i pracują jednako silnie, to w takim razie, można ciężar pociągu podwoić, skoro tylko wytrzymałość sprzągieł na to zezwala. Różnią się zaś od siebie lokomotywy prowadzące pociąg, bądź to w adhezyi którą sprawiają lub w sile jaką wywięzują, to w takim razie nie można już ciężaru podwajać, lecz zwiększać go można li tylko w miarę ciężaru sprawiającego adhezyę przy maszynie pociągowej.

Waży ciężar adhezyjny maszyny pociągowej, **M** tonn, wynosi adhezya jednostkowa **h** kilogramów, to maszyna pociągowa sprawia adhezyę h M kilogramów, natrafia tonna ciężaru pociągu, na **o** kilogramów oporu, to ważyć może pociąg prowadzony jedną maszyną, pod supozycyą że rozwój pary stoi w odpowiednim stosunku do adhezyi, podług § 39

$$P = \frac{10}{11} \cdot \frac{h}{o} \cdot M$$

ciężar zaś pociągu prowadzonego tylko maszyną przyprzęgową:

$$P_1 = \frac{10}{11} \cdot \frac{h}{o} \cdot M_1$$

Prowadzą pociąg obydwie maszyny równocześnie, to ważyć on może

$$(P + P_1) = \frac{10}{11} \cdot \frac{h}{o} (M + M_1)$$

tonn. Stosunek ciężaru pociągu prowadzonego dwiema na jego czele ustawionemi maszynami, do ciężaru pociągu prowadzonego jedną tylko maszyną, wynosi przeto

$$\frac{P + P_1}{P} = \frac{M + M_1}{M}$$

oznacza a, ów stosunek, to będzie:

$$a = \frac{M + M_1}{M} \qquad 67)$$

wzór służący do obliczania ciężaru pociągu prowadzonego dwiema, na jego czele ustawionemi maszynami.

Tutaj wyraża:

a... liczbę, ile razy więcej ważyć może pociąg prowadzony dwiema na jego czele ustawionemi maszynami, niż pociąg prowadzony jedną tylko maszyną.

M... ciężar adhezyjny maszyny pociągowej w tonnach

M_1... ciężar adhezyjny maszyny przyprzęgowej, w tonnach.

Prowadzi lokomotywa ważąca 35 tonn mająca trzy osie ze sobą sprzężone, które sprawiają, że ciężar adhezyjny wynosi 0·8 ciężaru całkowitego, pociąg ważący 250 tonn, a przyprzęgamy do niej lokomotywę ważącą 45 tonn, mającą dwie osie ze sobą sprzężone, które sprawiają że spoczywa na osiach kół sprzężonych 0·6 ciężaru lokomotywy, to mamy:

$$M = 0{\cdot}8 \times 35 = 28$$
$$M_1 = 0{\cdot}6 \times 45 = 28$$

a przeto:

$$a = \frac{28 + 28}{28} = 2$$

co znaczy, że w takim razie podwoić można ciężar pociągu prowadzonego maszyną pociągową, t. j. że przyprzęgając maszynę pomocniczą, prowadzić będą obydwie lokomotywy razem, pociąg ważący $2 \times 250 = 500$ tonn.

44.

Zwiększanie siły przewozowej, pchaniem pociągu z tyłu.

W poprzednim paragrafie opisano, w jaki sposób zwiększać można siłę przewozową używając przyprzęży. Następ-

nie opiszemy, w jaki sposób zwiększać można siłę przewozową, używając do pomocy lokomotywy, pociąg z tyłu pchającej.

Ustawiając maszynę pomocniczą na tyle pociągu zamiast na jego czele, sprawiamy, że maszyna pociągowa będąc na czele, pociąg ciągnie, podczas gdy lokomotywa pomocnicza, stojąc na jego tyle, pchać go będzie. Rozumie się samo przez się, że maszyna pchająca, nie śmie być nigdy z pociągiem spiętą, gdyż pociąg narażonym by był na rozdarcie, w razie nie równoczesnego działania obydwóch maszyn. Prowadzenie pociągów dwiema maszynami, z których jedna pracuje na czele, druga zaś na tyle, wymaga pewnej rutyny, zwłaszcza przy wjazdach w łuki, ich opuszczaniu, przy każdej zmianie w stromości pochylenia, i t. p. w ogóle przy każdej zmianie oporu.

Przejeżdżając łuki, nie wpadają podłużne osie dwóch sąsiednich wozów w jednę linię, kąt który zawierają między sobą, wzrasta w miarę ostrości krzywizny, a z nim i dążność wozu z tyłu pchanego, do wyskoczenia z toru. Dla tego też trafiało używanie dwóch maszyn, ustawionych na obu końcach jednego i tego samego pociągu, do niedawna jeszcze na obawy, które jednak się rozprószyły w obec 11 letniej praktyki austryackiej koleji południowej, prowadzącej ruch pociągów towarowych, w opisany sposób przez górę *Semmering*.

Że tak jest w samej istocie, świadczy wymownie ta okoliczność, że na zgromadzeniu przedstawicieli dróg żelaznych, należących po związku, odbytym w *Stuttgardzie* w roku 1878, oświadczyło się, z 44 udział biorących koleji, 41 a więc 93% za używaniem maszyn pociąg pchających. Chcąc używać lokomotywę do pchania pociągów, trzeba brać wzgląd nie tylko na promień łuków, ale także i na stromość wzniesień. Im ostrzej łuki się zakrzywiają, im stromiej tor się wznosi, tem trudniejszą staje się jazda dwiema maszynami, z których jedna stoi na czele, druga zaś na tyle pociągu; najwięcej zaś trudności w prowadzeniu pociągów tym sposobem, sprawiają częste *zmiany* tak w ostrości krzywizn jakoteż w stromości spadków. Tam zaś gdzie się znajdują wzniesienia *jednostajnej stromości*, ciągnące się długo, tam z korzyścią użyć można do pomocy, maszyn pociąg pchających.

Korzyści jakie osiągamy używając maszyn pomocniczych w ten sposób, są zaś następujące:

1. Szanowanie sprzęgieł.

2. Od pociągu przez przypadek odczepione wozy nie mogą się stoczyć w dół.

3. Oszczędzenie jazd, lokomotyw próżnych.

4. Możność użycia jednej z obydwóch maszyn do odprowadzania jednej części pociągu do stacyi, w razie wypadku na drodze, gdyż pozostała maszyna, zabezpiecza na linii zostawione wozy od zbiegnięcia w kierunku spadku.

Co się tyczy uniemożliwienia zbieganiu wozów, nadmienić wypada, że zapobieżenie takie nie jest absolutne, wydarzył się bowiem na austryjackiej koleji *Semering* przypadek, że cały pociąg wraz z obydwiema maszynami zbiegł w dół ze spadku mającego stromości 25‰.

Zaznaczyć wreszcie należy, że maszyn pchających pociąg z tyłu, do regularnego prowadzenia pociągów osobowych, dotychczas jeszcze nie używano.

45.

Czas, potrzebny do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema sąsiedniemi stacyami.

Inżynier któremu przypadnie układać porządek podług którego kursować mają pociągi, zastaje wiele warunków, do których stosować się winien. Znachodzi on bowiem kolej podzieloną na stacye, między któremi tory najrozmaiciej się wznoszą i zakrzywiają, zastaje lokomotywy, które pracując pełną siłą swej pary, wydają pewną tylko siłę, dalej znachodzi przepis jak ciężkie pociągi ma się prowadzić, jakoteż ile hamulców w ich skład wchodzi, a nakoniec oznacza mu się granicę chyżości, której pociągi przekroczyć nie śmią.

Do tych więc warunków, inżynier stosować się musi obliczając czas, potrzebny do prowadzenia pociągów od stacyi do stacyi.

Gdyby przestrzeń dzieląca od siebie dwie sąsiedne stacye, stawiała ruchowi pociągu, opór wszędzie jednakowy, tj. gdyby kolej pochyłości ani krzywizny swej, nigdzie nie zmieniała, to pociąg przejeżdzając taką przestrzeń, jechaćby musiał dwojaką chyżością, wyjeżdżając ze stacyi, zwiększałby chyżość swą, która w chwili ruszenia z miejsca, ma wartość zera, do wartości przepisanej dla linii otwartej, uzy-

skawszy tę chyżość jechałby nią aż blisko do sąsiedniej stacyi, przed wjazdem do niej, zwalniać by zaś musiał bieg swój tak, aby wjeżdzając w stacyę, chyżość jego, znów spadła do wartości zera.

Gdyby jako maksimum chyżości, dozwoloną była chyżość 10^m, to pociąg wyjezdżając ze stacyi, rozpocząłby jazdę swą chyżością zero, i dopiero po przebyciu pewnej, aczkolwiek krótkiej drogi, uzyskałby chyżość 10^m, drogę tę przejeżdżałby chyżością niejednostajną, która przeciętnie wynosi $\left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right)$ metrów na sekundę, na linii otwartej, jechałby chyżością 10^m, aż do pewnego punktu przed stacyą, począwszy od którego zwalniać by musiał chyżość swą tak, aby w chwili wjazdu do stacyi, spadła do wartości zera, przestrzeń tę na którejby jazdę zwalniał, przebywałby więc przeciętną chyżością wynoszącą również $\left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right)$ metrów na sekundę. Jazda odbywałaby się w takim razie dwojaką chyżością, a mianowicie chyżością 10^m i chyżością $\left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right)$ metrów na sekundę. (§ 7.)

Gdyby zaś opor na linii otwartej, nie był wszędzie jednakowym, gdyby więc profil się zmieniał, tak że znachodzonoby linie proste, spadki i wzniesienia, a kolej prowadziła nadto łukami rozmaitej ostrości, a stromość pochyłości była również zmienną, to w takim razie niejechałby już pociąg dwojaką chyżością, lecz zmieniałby chyżość swą podczas drogi w miarę oporu na jaki natrafia.

Zauważać wypada, że nie jest wcale koniecznością aby czas potrzebny do przebycia każdego z tych kawałków na których opór się zmienia, zmieniał się podczas jazdy z jednej stacyi do drugiej, tyle razy, ile razy opór się zmienia. Można bowiem przejeżdzać wszystkie kawałki stawiające jednakowy opór jednaką chyżością, to trzeba będzie do ich przebycia jednakowego czasu, posiadają zaś owe kawałki pomimo jednakowego oporu, rozmaitą długość, to dla każdego z nich wypadnie inny czas, tak więc, że liczba zmian w czasach jazdy, zazwyczaj większą będzie od liczby zmian w oporach.

Rozmaitość czasów, zwiększa się, skoro przestrzeń dzieląca od siebie dwie sąsiednie stacye, często opór swój zmienia. Zważyć nareszcie wypada, że jadąc w kierunku odwrotnym, wzniesienia zamieniają się na spadki, spadki zaś,

przeobrażają się we wzniesienia, tak więc, że czas potrzebny do przebycia pewnej przestrzeni w jednym kierunku, wcale równać się nie musi czasowi potrzebnemu do przebycia tej samej przestrzeni, w kierunku drugim.

46.

Czas potrzebny do wyjazdu ze stacyi, i wjazdu w stacyę.

Pociąg wyjeżdżając ze stacyi, nie uzyska ruszając z miejsca, zaraz ową chyżość którą później biegnie. Do uzyskania przepisanej mu chyżości potrzebuje on pewnej przestrzeni, której wielkość zależeć będzie od siły pary wywięzującej się w kotle lokomotywy. — Wjeżdzając w stacyę, nie traci pociąg w jednej chwili swej chyżości którą posiada, lecz zwalniać ją musi stopniowo.

Do zwalniania jazdy potrzebuje również pewnej przestrzeni, której wielkość zależeć będzie od siły sprawić się dającej hamowaniem.

Wypada na każdą tonnę ciężaru pociągu przebiegającego przestrzeń dzielącą od siebie dwie sąsiednie stacye, σ kilogramów siły przewozowej, **k** kilogramów oporu sprawić się dającego hamowaniem, a opór naturalny wynosi **o** kilogramów, to stoji każda tonna ciężaru pociągu, podczas *wyjazdu* ze stacyi, pod wpływem siły *poruszającej*:

$$(\sigma - o)$$

kilogramów, podczas *wjazdu* zaś w stacyę, pod wpływem siły ruch *wstrzymującej*:

$$(k + o)$$

kilogramów.

Na jednostkę masy, wypada przeto:

$$\left(\frac{\sigma - o}{102}\right) = p$$

kilogramów siły poruszającej, i

$$\left(\frac{k + o}{102}\right) = p^1$$

kilogramów siły wstrzymującej.

Ponieważ mechanika uczy, (a wzór podany pod numerem 17 wskazuje), że skoro się ma uzyskać chyżość c metrów na sekundę z chyżości zero, lub chyżość c^m sprowadzać się ma do wartości zero, iloczyn drogi i przyspieszenia (względnie opóźnienia) zawsze równać się musi połowie kwadratu owej chyżości. Będzie przeto, skoro wyraża s drogę potrzebną do uzyzkania chyżości

$$p.\ s = \frac{c^2}{2}$$

jakoteż, skoro s^1 wyraża przestrzeń potrzebną do strawienia chyżości

$$p^1.\ s^1 = \frac{c^2}{2}$$

zkąd wypada:

$$s = \frac{c^2}{2.p} \quad ; \quad s^1 = \frac{c^2}{2.p^1}$$

lub po wstawieniu odpowiednich wartości:

$$s = \frac{51.c^2}{\sigma - o} \qquad s^1 = \frac{51.c^2}{k + o}$$

uwzględniając, że podług § 7 przeciętna chyżość jazdy wynosi:

$$\left(\frac{c}{\sqrt{3}}\right)$$

metrów na sekundę, wyniesie czas potrzebny do przebycia owych dróg

$$t = \left(\frac{51.c^2}{\sigma - o}\right) : \left(\frac{c}{\sqrt{3}}\right)$$

$$t^1 = \left(\frac{51.c^2}{k + o}\right) : \left(\frac{c}{\sqrt{3}}\right)$$

czyli:

$$\left.\begin{aligned} t &= 88\left(\frac{c}{\sigma - o}\right) \\ t^1 &= 88\left(\frac{c}{k + o}\right) \end{aligned}\right\} \qquad 68)$$

wzory, służące do obliczania czasu potrzebnego do uzyskania chyżości c^m wyjeżdżając ze stacyi, jakoteż czasu, potrzebnego do strawienia tejże chyżości, wjeżdżając w stacyę. Tutaj wyraża:

t... czas, w sekundach, potrzebny do uzyskania chyżości **c**
t¹... czas, w sekundach, potrzebny do strawienia chyżości **c**
c... chyżość, w metrach na sekundę, przepisaną na linii otwartej,
σ... jednostkową siłę poruszającą,
k... jednostkową siłę wstrzymującą,
o... opór jednostkowy,

trzy ostatnie wartości, mierzone w kilogramach, a odnoszące się do jednej tonny ciężaru pociągu, biegnącego między dwiema stacyami.

Przykład.

Lokomotywa pracując siłą 300 koni, prowadzi pociąg ważący 225 tonn, przy którym $^1/_4$ część ciężaru spoczywa na osiach sposobnych do hamowania, chyżością 10^m na sekundę, po linii leżącej w łuku zatoczonym promieniem 600^m w kierunku spadku mającego $15^0/_{00}$ stromości. Zachodzi pytanie ile czasu pociąg potrzebować będzie wyjeżdżając ze stacyi do uzyskania owej chyżości 10^m, jakoteż ile czasu wyjdzie do zniweczenia tejże chyżości wjeżdzając w stacyą?

Ponieważ lokomotywa pracuje siłą 300 koni, a prowadzi pociąg chyżością 10^m, więc wydaje

$$\frac{75 \times 300}{10} = 2250$$

kilogramów siły przewozowej (dział lokomotywa §. 26): Na tonnę ciężaru pociągu wypada przeto:

$$\frac{2250}{10} = 10$$

kilogramów siły przewozowej. Ponieważ pociąg biegnie w kierunku *spadku*, więc się zwiększa siła ta, o tyle kilogramów, ile milimetrów spadek ma stromości (dział tor § 21), ponieważ spadek posiada 15 milimetrów stromości, więc wyniesie siła pociąg w dół prowadząca:

$$10 + 15 = 25$$

kilogramów.

Opór ruchu wynosi (dział lokomotywa § 48.)

$$4 + \frac{600}{600} + \frac{10^2}{50} = 6$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu. Ponieważ $^1/_4$ czyli $25^0/_0$ ciężaru pociągu, złożono na osie sposobne do hamowania, więc wynosi, suponując czas słotny, opór sprawić się dający owemi hamulcami (wzór 37)

$$6 + \frac{(105 - 6) \times 25}{100} = 30{\cdot}75$$

kilogramów. Ponieważ jednak pociąg nie biegnie po linii poziomej, lecz toczy się w kierunku spadku mającym $15^0/_{00}$ stromości, więc siła ruch trawiąca nie wyniesie 30·75, lecz tylko 30·75 — 15 = 15·75 kilogramów na tonnę ciężaru pociągu.

Mamy przeto:

$$c = 10, \quad \sigma = (10 + 15) = 25, \quad k = 15{\cdot}75 = 16, \quad o = 6,$$

a przeto, uwzględniając wzory podane pod numerem 68:

$$t = 88 \frac{10}{25 - 6} = 46$$

$$t^1 = 88 \frac{10}{16 + 6} = 40$$

sekund.

Do uzyskania chyżości 10^m, potrzebuje więc pociąg, ruszając z miejsca 46, do zniweczenia zaś uzyskanej chyżości, wjeżdżając w stacyę, 40 sekund.

47.

Czas, potrzebny do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema sąsiedniemi stacyami, uwzględniając zwłokę, powstającą przy wjeździe i wyjeździe.

Chcąc obliczyć, ile czasu pociąg potrzebuje do przejazdu przestrzeni rozdzielającej dwie sąsiednie stacye, uwzglę-

dniając straty, powstałe tak przy wyjeździe ze stacyi, jakoteż przy wjeździe do stacyi, podzielić trzeba ową przestrzeń na 3 części; a mianowicie na drogę s_1 potrzebną do uzyskania normalnej chyżości c, na drogę s_2 potrzebną do zniweczenia owej chyżości, i na drogę s_3 leżącą między obydwiema temi drogami, przez którą to drogę pociąg biegnie chyżością jednostajną.

Drogę s_1 metrów, przejeżdza pociąg przeciętną chyżością $\left(\frac{c}{\sqrt{3}}\right)$, drogę s_1 również tą samą chyżością, podczas gdy na drodze s_3 wynosi chyżość c^m na sekundę. Do przejazdu tych dróg, potrzeba przeto:

$$t_1 = \frac{s_1}{\left(\frac{c}{\sqrt{3}}\right)} = \frac{s_1}{c}\sqrt{3}\cdot$$

$$t_2 = \frac{s_2}{\left(\frac{c}{\sqrt{3}}\right)} = \frac{s_2}{c}\sqrt{3}\cdot$$

$$t_3 = \frac{s_3}{c}$$

sekund (§ 7).

Zkąd wynika, że całkowitą przestrzeń leżącą między obydwiema stacyami, przejechać będzie można w czasie:

$$t_1 + t_2 + t_3 = t$$

sekund, gdzie

$$t = \frac{s_3}{c} + \frac{\sqrt{3}}{c}(s_1 + s_2)$$

sekund. Wynosi długość całkowitej przestrzeni leżącej między owemi stacyami, s metrów, to będzie:

$$s_1 + s_2 + s_3 = s$$

a przeto:

$$t = \frac{s}{c} + \frac{s_1 + s_2}{c}(\sqrt{3} - 1)$$

uwzględniając że jest:

$$s_1 + s_2 = \frac{c}{\sqrt{3}} (t_1 + t_2)$$

wypada:

$$t = \frac{s}{c} + \frac{\sqrt{3} - 1}{\sqrt{3}} (t_1 + t_2)$$

lub, zadowalając się przybliżeniem:

$$t = \frac{s}{c} + \frac{2}{5} (t_1 + t_2) \qquad 69)$$

wzór służący do obliczania czasu, potrzebnego do przejazdu przestrzeni dzielącej od siebie dwie sąsiednie stacye, uwzględniając zwłokę, powstającą z przyczyny zwalniania biegu przy wyjeździe z jednej, jakoteż przy wjeździe do drugiej stacyi.

Tutaj wyraża:

t... czas w sekundach, potrzebny do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema stacyami

s... przestrzeń dzielącą od siebie dwie sąsiednie stacye, mierzoną w metrach

t_1... czas potrzebny do uzyskania przepisanej chyżości przy wyjeździe ze stacyi w sekundach

t_2... czas, potrzebny do zniweczenia uzyskanej chyżości, przy wjeździe do stacyi, w sekundach.

Biorąc przykład przytoczony przy końcu poprzedzającego paragrafu, widzimy że czas potrzebny do uzyskania przepisanej chyżości, jakoteż czas potrzebny do zniweczenia uzyskanej chyżości, wynosić może pod korzystnemi warunkami 40 + 46 = 86 sekund, chcąc więc obliczać ile czasu, pociąg potrzebuje do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema stacyami, odległemi od siebie 12 kilometrów, jadąc przeciętną chyżością 10^m na sekundę, kalkulować trzeba jak następuje.

Ponieważ pociąg biegnie na otwartej linii chyżością 10^m na sekundę, więc przebywa przestrzenie przy wyjeździe i wjeździe przeciętną chyżością (§ 7)

$$\left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right)$$

metrów na sekundę, obydwie te przestrzenie wynoszą przeto razem:

$$\left(\frac{10}{\sqrt{3}}\right) \times 86 = 500^m$$

jazda na linii otwartej, odbywa się przeto na przestrzeni

$$12 \times 1000 - 500 = 11500^m$$

do przebycia tej przestrzeni, potrzeba, jadąc chyżością 10^m na sekundę, czasu $\frac{11500}{10} = 1150$ sekund, do przebycia całkowitej przestrzeni wynoszącej 12 kilometrów, zas czasu

$$1150 + 86 = 1236$$

sekund, czyli 21 minut.

Używając zaś do obliczania czasu, wzoru podanego pod numerem 69, otrzymujemy króciej:

$$t = \frac{12000}{10} + {}^2/_5\,(40 + 46) = 1235$$

sekund, czyli 21 minut.

Na 500^m przed stacyą, ustawia się zwykle tak zwane sygnały przedstacyjne, dojeżdżając do których, maszynista zwalniać winien jazdę tak, aby pociąg stanął w stacyi na miejscu dla niego przeznaczonem. Biegnie pociąg chyżością 12^m na sekundę, to potrzebuje do przebycia drogi leżącej między sygnałem a punktem na stacyi w którym pociąg staje, czasu (§ 7)

$$\frac{500}{\left(\frac{12}{\sqrt{3}}\right)} = 72$$

sekund. Ponieważ wyjeżdzając ze stacyi, potrzeba do przebycia drogi między stacyą a sygnałem również 72 sekund, więc wynosi całkowita zwłoka czasu z powodu wjazdu i wyjazdu, ze względu na wzór numer 69:

$${}^2/_5\,(72 + 72) = 58$$

sekund, lub biorąc okrągło: 60 sekund, czyli jedną minutę.

Przyjąć przeto można, że do przejazdu s^m drogi leżącej pomiędzy dwiema sąsiedniemi stacyami, potrzeba w zupełności

$$t = 60 + \left(\frac{s}{c}\right) \qquad 70)$$

sekund, w którym to wzorze wyraża:

t... czas w sekundach, potrzebny do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema sąsiedniemi stacyami, mierzony w sekundach

c... chyżość jazdy, w metrach na sekundę, jaką pociąg biegnie na linii otwartej

s... przestrzeń w metrach, leżącą między dwiema sąsiedniemi stacyami.

48.

Czas jazdy na linii otwartej.

Maszyna, prowadząca pociąg po linii poziomej chyżością odpowiadającą pełnej sile pary, zwalniać musi jazdę, skoro wstąpi na wzniesienie, pomimo że pracuje tak samo silnie, jak pracowała dotąd. Uwzględnić także wypada, że nie tylko na *wzniesieniach*, ale nadto także i na *spadkach*, chyżość jazdy zmieniać się będzie, nie na wszystkich bowiem spadkach jechać można jedno spiesznie.

Wynika ztąd, że obliczać będzie trzeba tak dla wzniesień jakoteż dla spadków, im odpowiadającą chyżość, a więc czas potrzebny do przejazdu każdego z nich z osobna, który to czas otrzymujemy dzieląc długość drogi przez chyżość jaką drogę się przejeżdza.

Obliczanie czasu potrzebnego do przejazdu pojedyńczych kawałków dróg, uprościć można znacznie, uważając tak wzniesienia jakoteż i spadki jako linię poziomą, i doliczać do czasu potrzebnego do przejazdu tejże linii poziomej, pewną ilość sekund, zależną od stromości wzniesienia lub spadku.

Na kolejach nie mających zbyt stromych wzniesień, obliczać można czas jazdy w opisany sposób, a wynik zgodnym będzie z doświadczeniem, jak to nam świadczą niektóre koleje pruskie, na których do niedawna jeszcze, obliczano czas jazdy, według następującej empirycznej tabelki:

na wzniesieniu ‰	Jadąc chyżością									
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
	kilometrów na godzinę, doliczano przy pociągach									
	ciężar.	mięszanych		osobowych		pośpiesznych				
	na każdy kilometr przebytej drogi, do normalnego czasu jazdy, minut									
3 — 4	0·7	0·5	0·5	0·3	0·3	0·3	0·2	0·2	0·2	0·2
4 — 5	1·0	0·8	0·7	0·5	0·4	0·4	0·4	0·3	0·3	0·3
5 — 6	1·6	1·2	1·0	0·7	0·6	0·6	0·5	0·5	0·4	0·4
6 — 10	2·2	1·6	1·4	1·0	0·9	0·8	0·7	0·7	0·6	0·6

Pociąg mięszany, poruszający się szybkością 30 kilometrów na godzinę, potrzebuje, nie uwzględniając miejscowych stosunków, do przebycia 15 kilometrowej drogi, 30 minut czasu. Leży zaś droga na wzniesieniu 8‰, to doliczyć trzeba podług powyższej tabliczki, do czasu powyższego, na każdy kilometr drogi, jeszcze 1·6 minut, tak więc, że wynosić będzie całkowity czas jazdy: $30 + 15 \times 1{\cdot}6 = 54$ minut. Od roku 1878 przestano jednak używać powyższej tabelki, odyż się przekonano, że dodatki w niej zamieszczone, są nieco za wysokie, i nieodpowiadają dobrze stromościom wzniesień. Na ich miejsce doliczają niektóre koleje nie mające zbyt stromych wzniesień, do czasu jazdy odnoszącego się do jazdy na poziomej:

0·13 minut dla wzniesień . . . 3‰
0·25 „ „ „ . . . 5 „
0·40 „ „ „ . . . 10 „

Borries przytacza, że skoro na linii poziomej, spieszniej jak chyżością 40 kilometrów na godzinę, jechać nie wolno, to przyjąć można, że każdy milimetr stromości wznie-

sienia, zwiększa na miriametr (10 kilometrów) drogi, czas jazdy o jednę minutę.

Do przebycia miriametra drogi, potrzeba przeto, jadąc po linii poziomej, czasu $\frac{60 \times 10}{40} = 15$ minut. Na wzniesieniu $5^0/_{00}$, potrzeba do przebycia tej samej drogi, już $15 + 5 = 20$ minut, na wzniesieniu $10^0/_{00}$, czasu $15 + 10 = 25$, na wzniesieniu $15^0/_{00}$, $15 + 15 = 30$ minut i t. p.

Obliczania podobne, są wprawdzie proste a przeto wygodne, nie mając jednak teoretycznej podstawy, scisłemi być nie mogą. Chcąc sprawę prowadzić umiejętnie, obliczać wypada czas jazdy, jak następuje:

Przestrzeń rozdzielająca od siebie dwie sąsiednie stacye, rzadko tylko jest drogą równą i poziomą, zazwyczaj spada, to znów się wznosi, zakrzywiając się w jedną lub w drugą stronę. Profil linii kolejowej zawiera więc równie, spadki i wzniesienia, a każde z nich, leżeć może w łuku mniej lub ostrzej zakrzywionym. Chcąc obliczać czas, potrzebny do przejazdu tak różnorodnej przestrzeni, trzeba uszykować rozmaite jej części podług pewnego planu, i prowadzić rachunek dla każdej z takich grup z osobna.

Zanim się przystępuje do obliczania chyżości jazdy odpowiadającej przestrzeniom należącym do pewnej grupy, przeobraża się podług § 14 wszystkie skręty, na równoważne im linie proste, a otrzyma się tym sposobem profil, nie mający łuków wcale.

Potem oblicza się podług § 17 wzniesienie pograniczne odpowiadające sile przewozowej lokomotywy służyć mającej do prowadzenia pociągów, oznacza się więc stromość tego wzniesienia (wyrównanego) na którem jazda odbywać się może chyżością *wybraną* (§ 3, 7).

Dalej oznacza się podług § 26 spadki, które ze względu na ich stromość i ostrość zakrzywienia, przejeżdżać można chyżością wybraną.

Za pomocą tych danych, podzielić się daje profil linii kolejowej, na dwie grupy, a mianowicie na grupę do której należą wszystkie te przestrzenie na których jechać można chyżością wybraną, jakoteż na grupę, obejmującą resztę przestrzeni, tj. przestrzenie, na których tak spiesznie jechać nie można.

Równie, dalej *spadki* które przejeżdzać jeszcze można chyżością obraną jako maximum chyżości, a więc chyżością *wybraną* a na koniec *wzniesienia* łagodniejsze od wzniesienia pogranicznego, zalicza się do pierwszej grupy, gdyż na wszystkich tych przestrzeniach, jechać będzie można chyżo-

ścią *wybraną*. Reszta przestrzeni, a więc *spadki* na których jechać trzeba wolniej niż chyżością wybraną, jakoteż *wzniesienia* stromsze od wzniesienia pogranicznego, zalicza się zaś do drugiej grupy.

Przestrzenie należące do pierwszej grupy można ze sobą zesumować, gdyż na nich wszystkieh jedzie się jednako szybko, dla przestrzeń zaś, zaliczonych do drugiej grupy, obliczać trzeba dla każdej z osobna, chyżość odpowiadającą jej właściwości.

Przestrzenie należące do drugiej grupy, podzielić znów można na dwie części, a mianowicie na spadki i wzniesienia. Dla każdego ze spadków oznaczyć trzeba chyżość na temże spadku dozwoloną podług § 26, dla każdego zaś wzniesienia, chyżość podług § 16 wzoru numer 27 lub 28. Tym sposobem otrzymamy trzy gatunki chyżości: chyżość wybraną, chyżość odpowiadającą spadkom, i chyżość odpowiadającą wzniesieniom.

Wyraża s, długość wszystkich przestrzeń, które przejeżdzać można chyżością wybraną, mierzoną w metrach, c zaś, wyraża ową chyżość, w metrach na sekundę, to potrzeba do przebycia przestrzeń zaliczonych do pierwszej grupy, czasu:

$$\left(\frac{s}{c}\right) = t_1$$

sekund.

Wynoszą długości *spadków* zaliczonych do drugiej grupy

$$\sigma_1, \quad \sigma_2, \quad \sigma_3, \ldots$$

metrów, chyżości zaś odpowiadające tymże spadkom

$$v_1, \quad v_2, \quad v_3 \ldots$$

metrów, to potrzeba do przebycia wszystkich spadków, zaliczonych do drugiej grupy, czasu:

$$\left(\frac{\sigma_1}{v_1}\right), \quad \left(\frac{\sigma_2}{v_2}\right), \quad \left(\frac{\sigma_3}{v_3}\right) \ldots$$

sekund.

Wynoszą długości *wzniesień*, zaliczonych do drugiej grupy

$$s_1,\ s_2,\ s_3 \ldots$$

metrów, im odpowiadające chyżości zaś

$$c_1,\ c_2,\ c_3 \ldots$$

metrów na sekundę, to potrzeba do przebycia tychże wzniesień, czasu:

$$\left(\frac{s_1}{c_1}\right),\ \left(\frac{s_2}{c_2}\right),\ \left(\frac{s_3}{c_3}\right) \ldots$$

sekund.

Do przejazdu przestrzeń zaliczonych do drugiej grupy, potrzeba więc w całości czasu:

$$\left(\frac{\sigma_1}{v_1}\right) + \left(\frac{\sigma_2}{v_2}\right) + \left(\frac{\sigma_3}{v_3}\right) + \ldots + \left(\frac{s_1}{c_1}\right) + \left(\frac{s_2}{c_2}\right) + \left(\frac{s_3}{c_3}\right) = t_2$$

sekund. Chcąc przejechać całkowitą przestrzeń rozdzielającą dwie sąsiednie stacye od siebie, potrzeba przeto czasu

$$(t_1 + t_2)$$

sekund, skoro się nie bierze względu na zwłokę powstającą przy wyjeździe ze stacyi, jakoteż na zwłokę wjeżdzając do stacyi. Uwzględniając zaś te zwłoki, potrzeba do przebycia owej przestrzeni ze względu na wzór numer 70, czasu:

$$t = 60 + (t_1 + t_2) \qquad 71)$$

sekund.

W tym wzorze oznacza:

t... całkowity czas w sekundach, potrzebny do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema sąsiedniemi stacyami

t_1... czas w sekundach, potrzebny do przejazdu tych dróg, na których jechać można chyżością wybraną

t_2... czas w sekundach, potrzebny do przejazdu tych dróg, które nie można przejeżdzać chyżością wybraną.

Przykład I.

Stacye *A* i *B* są od siebie oddalone o 15 kilometrów, profil tej przestrzeni zawiera zaś następujące tabelka

Przestrzeń między sąsiedniemi stacyami *A* i *B*, wynosząca 15 kilometrów = 15000m złożoną jest, z:							
poziomych		wzniesień			spadków		
a	R	a	R	‰	a	R	‰
metrów		metrów			metrów		
550	∞	2500	600	5	1000	300	10
350	800	820	300	23	300	450	6
200	1200	500	∞	8	1700	∞	12
800	∞	1500	300	20	500	600	8
200	600	700	∞	24	480	800	25
1100	∞	1500	600	18			
		300	1200	12			
3200		7820			3980		

w której wyraża *a* długość linii w metrach, *R* zaś, promień zakrzywienia, również w metrach.

Widzimy więc że wszystkie

poziome mają razem	. . . . .	3200
wzniesienia „	. . . . .	7820
spadki „	. . . . .	3980
skutkiem czego wynosi całkowita przestrzeń metrów.		15000

Do przewozu, który nie ma się nigdzie spieszniej odbywać, jak chyżością 6m na sekundę, służy lokomotywa pracująca siłą 400 koni, mająca wszystkie osie ze sobą sprzężone i ważąca bez tendera 45 tonn. Zachodzi pytanie jak ciężkie pociągi będzie można przewozić, jakoteż, ile czasu trzeba będzie do przeprowadzenia pociągu ze stacyi *A* do stacyi *B*? —

Wyrównując wzniesienia podług § 14. przedstawia się powyższy profil jak następuje:

Przestrzeń *A B* dzieli się na:					
poziome	pochyłości wyrównane				
	wzniesienia		spadki		
a		‰	a	R	‰
550	200	1	300	450	5
800	350	1	500	600	7
1100	200	1	1000	300	8
	2500	6	1700	∞	12
	500	8	480	800	24
	300	13			
	1500	19			
	1500	22			
	700	24			
	820	25			
2450	8570		3980		

Ponieważ ciężar sprawiający adhezyę, wynoci 45 tonn, więc lokomotywa wyda

$$A = 45 \times 130 = 6000$$

kilogramów adhezyi (dział lokomotywa § 8) ponieważ pracuje siłą 400 koni, więc prowadzić będzie mogła pociąg odpowiadający tejże adhezyi chyżością (§ 5 wzór 5)

$$82{\cdot}5 \frac{400}{6000} = 5{\cdot}5^{m}$$

na sekundę. Tej chyżości odpowiada siła przewozowa (dział lokomotywa 76 wzór 38)

$$\frac{75 \times 400}{5{\cdot}5} = 5454$$

kilogramów, stosując się do wzniesienia najstromszego, a więc wzniesienia 25‰, wyniesie opór wypadający na tonnę ciężaru prowadzić się mającego pociągu (dział lokomotywa § 47)

$$4 + 25 + \frac{5{\cdot}5}{50} = 29{\cdot}6$$

kilogramów. skutkiem czego, pociąg ważyć może (§ 35 wzór 56)

$$\frac{5454}{29{\cdot}6} = 184$$

tonn. Chyżości wybranej, wynoszącej 9^{m} na sekundę, odpowiada zaś siła przewozowa (dział lokomotywa § 26)

$$\frac{75 \times 400}{8} = 3750$$

kilogramów. Na tonnę ciężaru pociągu wypada przeto:

$$\frac{3750}{184} = 20{\cdot}4$$

kilogramów siły przewozowej. Ponieważ opór jednostkowy odpowiadający chyżości 8^m wynosi tylko

$$4 + \frac{8^2}{50} = 4{\cdot}17$$

kilogramów, wyniesie stromość wzniesienia pogranicznego (wzór num. 30)

$$(20{\cdot}4 - 4{\cdot}17) = 16^0/_{00}$$

Wyrównane wzniesienia:

$$1,\ 6,\ 8,\ 13\ ^0/_{00}$$

są łagodniejsze od wzniesienia $16^0/_{00}$, przejeżdżać je przeto będzie można, bez różnicy ich stromości, tak samo spiesznie jak wzniesienia $16^0/_{00}$ a więc chyżością wybraną, podczas gdy dla każdego z reszty wzniesień, a mianowicie dla wzniesień:

$$19,\ 22,\ 24 \text{ i } 25^0/_{00}$$

obliczać trzeba chyżość z osobna.

Co się zaś tyczy *spadków*, zauważać trzeba, że spadek $24^0/_{00}$ jest najstromszym jaki profil kolejowy wykazuje, spadek taki przebywać można podług § 26, chyżością 11^m a więc spieszniej niż dozwolono, gdyby więc spadek ów leżał w prostej, to zaliczyćby go wypadało wraz ze wszystkiemi innemi, do pierwszej grupy, gdyż w takim razie jechaćby można po wszystkich spadkach jednako szybko, t. j. chyżością 8^m na sekundę.

Najostrzej zakrzywiony łuk znajdujący się w profilu, jest to łuk zatoczony promieniem 300^m, ponieważ łuk taki, przejeżdżać można najspieszniej chyżością 8^m (§ 14) a więc zawsze jeszcze chyżością nie mniejszą jak chyżością wybraną, więc wypada, że krzywizny, nie wymagają wcale redukcyi chyżości jazdy.

Ponieważ wszystkie poziome, spadki bez różnicy stromości i zakrzywienia, dalej wzniesienia do $16^0/_{00}$, stromości, przejeżdżać można chyżością wybraną, więc wynosi długość przestrzeń należących do pierwszej grupy:

$$3980 + 2450 + 4050 = 10480^m$$

skutkiem czego, przedstawi się profil przestrzeni *A B* jak następuje:

Przestrzeń między stacyami *A* i *B* dzieli się na przestrzenie:		
przejeżdżać się dające chyżością 8^m na sekundę	na których wolniej jechać trzeba, niż chyżością 8^m	
	wzniesienie	
mające długości metrów		‰
	1500	19
	1500	22
	700	24
	820	25
10480	4520	

Zkąd wynika, że tylko dla owych czterech wzniesień zamieszczonych w tabliczce, obliczać trzeba chyżości jazdy, dla reszty zaś przestrzeń, obliczanie podobne, zbędnem będzie.

Chyżości odpowiadające wżniesieniom:

19, 22, 24 i 25‰

oblicza się ze wzoru podanego pod numerem 28, wstawiając tam: E = 400 T = 184, w którym to razie się przekonamy, że owe wzniesienia przejezdzać można chyżością:

7·1, 5·3, 5·8, 5·5

metrów na sekundę. Wzniesienia mające

1500^m	długości,	przejeżdżać	można	chyżością	. . .	$7{\cdot}1^m$
1500	„	„	„	„	. . .	6·3 „
700	„	„	„	„	. . .	5·8 „
820	„	„	„	„	. . .	5·5 „

na sekundę, czas przejazdu przez wzniesienie:

$$\left.\begin{array}{l} 19‰ \ldots\ldots \\ 22‰ \ldots\ldots \\ 24‰ \ldots\ldots \\ 25‰ \ldots\ldots \end{array}\right\} \text{wynosi przeto:} \quad \begin{array}{l} \frac{1500}{7{\cdot}1} = 211 \text{ sekund.} \\ \frac{1500}{6{\cdot}3} = 237 \quad „ \\ \frac{700}{5{\cdot}8} = 121 \quad „ \\ \frac{820}{5{\cdot}5} = 149 \quad „ \end{array}$$

Do przebycia przestrzeń zaliczonych do drugiej grupy, potrzeba przeto czasu:

$$t_2 = 211 + 237 + 121 + 149 = 718$$

sekund, do przebycia dróg zaliczonych do pierwszej grupy, trzeba zaś czasu:

$$t_2 = \frac{10480}{8} = 1310$$

sekund. Do przejazdu 15 kilometrowej przestrzeni w kierunku *A B*, potrzeba przeto (wzór 67)

$$t = 60 + 1310 + 718 = 2088$$

sekund, czyli 35 minut. Czas ten odpowiada *przeciętnej* chyżości

$$\frac{15000}{2088} = 7{\cdot}5^{m}$$

na sekundę.

Rozumie się samo przez się, że do jazdy w kierunku odwrotnym trzeba będzie na tej samej przestrzeni innego czasu, gdyż jadąc w kierunku *B A*, zamieniają się dawne wzniesienia na spadki, spadki zaś na wzniesienia.

Przykład 2.

Między dwiema, 24 kilometrów od siebie oddalonemi stacyami *A* i *B*, znachodzi się następujący profil:

Przestrzeń *A B* mająca 24 kilometrów długości, dzieli się jadąc w kierunku *A B* na:							
poziome		spadki			wzniesienia		
a	R	a	R	‰	a	R	‰
450	300	560	∞	8	870	300	7
2880	∞	500	300	15	1000	∞	13
		5640	∞	16	12100	∞	15
3330		6700			13970		

Na linii tej, niewolno nigdzie jechać spieszniej jak chyżością 7^{m} na sekundę, do prowadzenia pociągów ważących z ciężarem lokomotywy po 300 tonn, mamy lokomotywę, która pracuje siłą 360 koni, zachodzi pytanie, ile czasu trzeba do przewozu w jednym, ile zaś czasu do przewozu w drugim kierunku.

Wyrównując pochyłości podług § 14 otrzymujemy następujące zestawienie:

Przestrzeń mająca 24 kilometrów dzieląca od siebie stacye *A* i *B* rozpada się, jadąc w kierunku											
od *A* do *B*						od *B* do *A*					
na przestrzenie											
pozio.	wzniesienia		spadki			pozio.	wzniesienia		spadki		
a		‰	a	R	‰	a		‰		R	‰
2880	450	2	560	∞	8	2880	450	2	870	300	7
	870	9	500	300	13		560	8	1000	∞	13
	1000	13	5640	∞	16		5640	16	12100	∞	15
	12100	15					500	17			
2880	14420		6700			2880	7150		13970		
całkowita przestrzeń: 24000 m						całkowita przestrzeń: 24000 m					

Wybranej chyżości 7^m, odpowiada opór jednostkowy:

$$4 + \frac{7^2}{150} = 5$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu, skutkiem czego będzie (wzór numer 29) stromość wzniesienia pogranicznego

$$\frac{75 \times 360}{7 \times 300} - 5 = 12‰$$

Wynika ztąd, że jadąc w kierunku A B, zaliczyć trzeba wzniesienia 2 i 9‰ do przestrzeń przejeżdzać się dających chyżością 7^m, Wszystkie *spadki* znajdujące się na linii, są jednako zakrzywione, zatoczono bowiem łuki w których leżą, promieniem 600^m. Ponieważ w łuku tak mocno zakrzywionym, jechać można podług § 14 najspieszniej chyżością 8^m, a więc spieszniej niż chyżością wybraną, najstromszy zaś spadek wynosi 16‰, a na spadku takim jechać można, skoro leży w prostej linii, podług § 25 chyżością również większą niż chyżością wybraną, więc wypada, ze wszystkie spadki, bez różnicy ich stromości i zakrzywienia, przejeżdzać będzie można chyżością 7^m na sekundę.

Jadąc w kierunku A B, zaliczać trzeba do przestrzeń dających się przejeżdzać chyżością wybraną; poziome, wszystkie spadki i wzniesienia 2 i 9‰, jadąc zaś w kierunku odwrotnym, zaliczyć wypada do

przestrzeń przejeżdżać się dających chyżością wybraną, poziome wszystkie spadki i wzniesienia mające stromości 2 i 8‰.

Szykując nasz profil podług tego, wypada:

jadąc w kierunku					
A — B			B — A		
przejeżdżać się daje chyżością 7^m przestrzeń	jechać trzeba wolniej niż chyżością 7^m na:		przejeżdżać się daje chyżością 7^m przestrzeń	jechać trzeba wolniej niż chyżością 7^m na	
	wzniesieniu	‰		wzniesieniu	‰
metrów			metrów		
10900	1000	13	17860	5640	16
	12100	15		500	17
10900	13100		17860	6140	
w całości: 24000^m			w całości: 24000^m		

Ze wzoru podanego pod numerem 28, wstawiając tam:

$$m = 13,\ 15,\ 16,\ 17‰$$

wypada;

$$c = 6{\cdot}5,\ 5{\cdot}0,\ 4{\cdot}0,\ 3{\cdot}8^m$$

Dzieląc długość wzniesień

13, 15, 16, 17

przez owe, właśnie co obliczone, tymże wzniesieniom odpowiadające długości, otrzymujemy następującą tabelkę:

jadąc w kierunku			
A — B		B — A	
potrzeba do przebycia przestrzeń			
dających się przejeżdżać chyżością 7^m	na których jechać trzeba wolniej niż chyżością 7^m	dających się przejeżdżać chyżością 7^m	na których jechać trzeba wolniej niż chyżością 7^m
s e k u n d			
	154		1410
	2420		132
1555	2574	2551	1542

Do przebycia całkowitej przestrzeni rozdzielającej od siebie obydwie stacye **A** i **B**, potrzeba przeto, ze względu na wzór podany pod numerem 67, czasu:

$$60 + 1555 + 2574 = 4189$$

sekund, czyli 70 minut, do przejazdu zaś tej samej przestrzeni, w kierunku odwrotnym, czasu:

$$60 + 2551 + 1542 = 4143$$

sekund, czyli 69 minut.

Do jazdy, tu i napowrót potrzeba więc $70 + 69 = 139$ minut, zkąd wypada, że się jedzie przeciętną chyżością:

$$\frac{2 \times 24000}{139 \times 60} = 5{\cdot}7^{m}$$

na sekundę.

Przykład 3.

Na 7 kilometrowej przestrzeni, prowadzić mamy pociągi pośpieszne chyżością 15^{m} na sekundę, ze względu na siłę maszyny służącej do przewozu, jakoteż na ciężar pociągu, wynosi stromość pogranicznego wzniesienia $10^{0}/_{00}$, profil zaś owej przestrzeni przedstawia następującą tabliczka. Zachodzi pytanie, ile czasu trzeba będzie do przejazdu owej przestrzeni?

Przestrzeń mająca 7000^{m} składa się z:							
poziomych		spadków			wzniesień		
a	R	a	R	$^{0}/_{00}$	a	R	$^{0}/_{00}$
1600	600	1200	600	16	800	300	4
800	300	600	300	27	2000	300	18
2400		1800			2800		

Tabliczka ta, zamienia się na następującą, skoro pochyłości zostaną wyrównane (§ 14)

Przestrzeń mająca 7000m składa się ze				
wzniesień		spadków		
a	‰	a	R	‰
1600	1	1200	600	15
800	2	600	300	25
800	6			
2000	20			
52000		1800		

Ponieważ stromość pogranicznego wzniesienia wynosi 10‰, więc przejeżdzać będzie można *wzniesienia* mające stromości 1, 2 i 6‰ chyżością 15m, chyżośaią tą, przejeżdzać więc będzie można przestrzeń:

$$1600 + 800 + 800 = 3200^m$$

Profil kolejowy wykazuje dwa spadki, a mianowicie spadek mający 15‰ i spadek o stromości 25‰, gdyby obydwa te spadki leżały w linii prostej, to przejeżdzać by można (podług § 26) pierwszy z nich, najspieszniej chyżością 19m, drugi zaś, chyżością 16m na sekundę.

Obydwa spadki, zaliczyćby można do linii dających się przejeżdzać chyżością 15m na sekundę. Ponieważ obydwa spadki leżą w łukach, łuki zaś, chyżość jazdy ograniczają, więc zważyć trzeba, na jaką chyżość jazdy, krzywizny owych spadków jeszcze zezwalają.

Podług tabliczki podanej w § 13 wypada, że pociąg pospieszny prowadzić można w łuku zatoczonym promieniem:

$$300^m, \text{ chyżością } 0{\cdot}600 \times 15 = 9{\cdot}6^m$$
$$600 \text{ „ } \quad \text{ „ } \quad 0{\cdot}821 \times 15 = 12{\cdot}3$$

na sekundę, co znaczy, że w spadku mającym 15‰, zakrzywionym promieniem 600m nie wolno jechać spieszniej, jak chyżością 12·3m w spadku zaś, mającym 25‰ stromości, zakrzywionym promieniem 300m, już tylko chyżością 9·6m na sekundę. Obydwa więc spadki zaliczone być muszą do rzędu owych przestrzeń, które nie dają się przejeżdzać chyżością wybraną.

Do rzędu tych przestrzeń należą także wszystkie *wzniesienia* stromsze od wzniesienia pogranicznego, w naszym przykładzie więc, wzniesienie 20‰. Przypuszczając, że na wzniesieniu takiej stromości,

maszyna poprowadzi pociąg jeszcze chyżością 10^m, przedstawia się nam rachunek jak następuje:

Przejeżdzać można przestrzeń:

3200^m	chyżością	. . . .	$15{\cdot}0^m$
1200 „	„	. . . .	$12{\cdot}3$ „
2000 „	„	. . . .	$10{\cdot}0$ „
600 „	„	. . . .	$9{\cdot}6$ „

Do przejazdu przestrzeni:

$$3200^m \text{ trzeba czasu } \frac{3200}{15} = 213 \text{ sekund.}$$

$$1200 \text{ „ „ „ } \frac{1200}{12{\cdot}3} = 98 \text{ „}$$

$$2000 \text{ „ „ „ } \frac{2000}{10} = 200 \text{ „}$$

$$600 \text{ „ „ „ } \frac{600}{9{\cdot}6} = 63 \text{ „}$$

do przejazdu całkowitej przestrzeni:

$$(3200 + 1200 + 2000 + 600) = 7000^m$$

potrzeba przeto czasu:

$$(213 + 97 + 200 + 63) = 554$$

sekund, lub okrągło: 10 minut.

Przeciętna szybkość jazdy, wynosi przeto:

$$\frac{7000}{10 \times 60} = 12^m$$

49.

Długości wyrównane (wirtualne).

Przestrzeń rozdzielająca od siebie dwie sąsiednie stacye, rzadko tylko jednakiej jest pochyłości, składa się ona bowiem najczęściej z równi, spadków i wzniesień. Maszyna prowadząca pociąg, pracując podczas całej drogi *jednako* silnie prowadzić go przeto będzie *nie jednako* spiesznie. Na spadkach pójdzie spieszniej, na wzniesieniach wolniej niż w równiach. Chcąc więc oznaczyć czas, który maszyna potrzebuje do przeprowadzenia pociągu przez przestrzeń leżącą między dwiema stacyami, trzeba dla każdej z owych prze-

strzeń obrachować jej właściwą chyżość, i dzielić przestrzeń przez tę tak obliczoną chyżość. Tym sposobem otrzymuje się czasy, których suma daje czas, potrzebny do przejazdu całkowitej, między dwiema stacyami leżącej przestrzeni.

W ten sposób obliczano dotąd czas jazdy dla przestrzeni między dwiema sąsiedniemi stacyami, sposób ten jest wprawdzie dokładnym, jest jednak nieco żmudnym, skutkiem czego nabiera życzenie, wyszukać do obliczania czasu jazdy, sposobu spieszniej i wygodniej do celu prowadzącego, praktycznego znaczenia.

Sposób zaś taki, znaleziono w tak zwanych długościach wirtualnych czyli *długościach wyrównanych.*

W miejsce poszczególnych przestrzeń, z których każdą przejeżdża się chyżością *inną*, przedstawić sobie można przestrzenie, które wszystkie przejeżdzać można *chyżością jednakową* a mianowicie chyżością wybraną (§ 7), przestrzenie zaś tak obliczone, zowiemy *długościami wyrównanemi.*

Na pewnej koleji nie wolno nigdzie jechać spieszniej, jak chyżością 10^m na sekundę. Maszyna służąca do przewozu, pracując pełną siłą swej pary, nie jest jednak w stanie prowadzić swój pociąg w kierunku wzniesienia pewnej stromości, a mającego 800^m długości, spieszniej jak chyżością 8^m na sekundę. Do przejazdu tego wzniesienia, potrzebuje więc lokomotywa $\frac{800}{8} = 100$ sekund czasu. Zamiast 800^m długiej linii, do przebycia której potrzeba 100 sekund jadąc chyżością 8^m, przedstawić sobie można inną linię mającą x metrów długości, którą przebyć można w tym samym czasie (100 sekund) jadąc chyżością *wybraną,* a więc chyżością 10^m na sekundę. Długość tej linii, będzie to, co zowiemy *długością wirtualną*, a oblicza się ona z równania

$$\frac{x}{10} = 100$$

długość wyrównana, wynosi więc

$$x = 10 \times 100 = 1000$$

metrów.

W miejsce 800^m długiej linii, do przebycia której jadąc chyżością odpowiadającą obciążeniu lokomotywy, potrzeba 100 sekund, przedstawić sobie można 1000^m długą linię, przebyć się dającą również w czasie 100 sekund lecz już nie chyżością odpowiadającą stromości drogi, lecz chy-

żością *wybraną*. Korzyść którą osiągamy podobną substytacyą jest zaś ta, że w takim razie przejeżdza się wszystkie kawałki całej przestrzeni rozdzielającej od siebie dwie stacye, jednako szybko, przez co znów upraszcza się obliczanie czasu potrzebnego do przejazdu całkowitej przestrzeni, albowiem chcąc go oznaczyć, nie potrzeba nic więcej, jak tylko *podzielić sumę wyrównanych długości, przez chyżość wybraną.*

Definicya długości wyrównanej jest więc następująca:

Idealną przestrzeń, po której jadąc chyżością wybraną, trzeba tyle czasu, ile wychodzi do jazdy na przestrzeni rzeczywistej, jadąc zmiennemi chyżościami odpowiadającemi właściwości pochyleń, zowiemy długością wyrównaną.

Wynosi rzeczywista długość przestrzeni po której maszyna prowadzić może swój pociąg, co najszybciej chyżością c^m na sekundę, s metrów, to potrzeba do przejazdu tejże przestrzeni

$$\left(\frac{s}{c}\right)$$

sekund czasu. Wynosi długość przestrzeni wyrównanej Δ metrów, a spieszniej jak chyżością v metrów na sekundę, jechać nie wolno, to potrzeba do przejazdu długości wyrównanej, ową chyżością, (chyżością wybraną) czasu:

$$\left(\frac{\Delta}{v}\right)$$

sekund, ponieważ w obydwóch razach jechać mamy *jednako długo*, więc będzie:

$$\left(\frac{s}{c}\right) = \left(\frac{\Delta}{v}\right)$$

zkąd wypada:

$$\Delta = \left(\frac{v}{c}\right) s \qquad 72)$$

wzór służący do obliczania przestrzeń wyrównanych. Tutaj oznacza:

Δ... długość wyrównaną, w metrach,
s... przestrzeń rzeczywistą, w metrach,

v... chyżość wybraną, w metrach na sekundę,
c... chyżość, odpowiadającą właściwości pochylenia, w metrach na sekundę.

Chcąc więc obliczyć długość wyrównaną, nie potrzeba nic więcej, jak tylko pomnożyć rzeczywistą długość przez stosunek chyżości wybranej, do chyżości odpowiadającej właściwości pochylenia.

W powyższym przykładzie, wynosi chyżość odpowiadająca właściwości pochylenia 8^m, chyżość zaś wybrana, 10^m, stosunek obydwóch chyżości do siebie $\frac{10}{8} = {}^5/_4 = 1{\cdot}25$, skutkiem czego długość wyrównania:

$$1{\cdot}25 \times 800 = 1000^m$$

jak być powinno.

Znając długość wyrównaną, otrzymujemy czas potrzebny do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema sąsiedniemi stacyami, dzieląc przestrzeń wyrównaną, przez chyżość wybraną doliczając do tego zwłokę czasu, powstającą z powodu wyjazdu ze stacyi i wjazdu w stacyę (§ 47).

Czas jazdy wyrazi się więc wzorem:

$$t = 60 + \left(\frac{\Delta}{v}\right) \qquad 73)$$

w którym oznacza:

t... czas jazdy między dwiema sąsiedniemi stacyami, wyrażony w sekundach
Δ... długość wyrównaną, w metrach
v... chyżość wybraną, w metrach na sekundę.

Przykład.

Przestrzeń leżąca między dwiema sąsiedniemi stacyami, składa się

z poziomej	17860^m		
wzniesienia	5640 „	mającego	$16^0/_{00}$
„	500 „	„	$17^0/_{00}$

stromości. Pod supozycyą, że spieszniej jak chyżością 7^m, nigdzie jechać nie można, zachodzi pytanie, ile czasu trzeba będzie do przejazdu tejże

$$(17860 + 5640 + 500) = 24000^m$$

długiej przestrzeni?

Ze względu na siłę przewozową maszyny służącej do prowadzenia pociągów, nie mniej na ciężar pociągu, przebywać można wzniesienia mające stromość:

$16^0/_{00}$ chyżością . . . . . $4{\cdot}0^m$
17 „ $3{\cdot}8$ „

na sekundę (wzór numer 28). Stosunek chyżości wybranej, do chyżości odpowiadającej stromości wzniesienia, wynosi przeto:

$$\frac{7}{4} = 1{\cdot}750 \text{ dla wzniesienia } 5640^m$$

$$\frac{7}{3{\cdot}8} = 1{\cdot}842 \quad „ \quad „ \quad 500^m$$

długość wyrównana wzniesienia;

5640^m wyniesie przeto $1{\cdot}750 \times 5640 = 9870^m$
500 „ „ „ $1{\cdot}842 \times 500 = 921$

co znaczy, że w miejsce rzeczywistej przestrzeni mającej długość 5640^m a stromość $16^0/_{00}$ wprowadzić można w rachunek przestrzeń idealną, mającą długość 9870^m. Przejeżdzając bowiem tę przestrzeń chyżością 7^m (chyżością wybraną) potrzeba tyle samo czasu, ile trzeba do przebycia przestrzeni 5640^m mającej $16^0/_{00}$ przejeżdzając ją chyżością 4^m na sekundę. W miejsce rzeczywistej przestrzeni mającej 500^m, długości a $17^0/_{00}$ stromości, wprowadzić trzeba przestrzeń mającą 921^m długości, chcąc sprawić, aby do jej przejazdu chyżością wybraną (7^m) trzeba było tyle samo czasu, ile potrzeba do przebycia rzeczywistej przestrzeni (500^m) chyżością odpowiadającą jej właściwości ($3{\cdot}8^m$).

Do przebycia przestrzeni:

640^m chyżością 4^m trzeba czasu $\frac{5640}{4} = 1410$

500 „ „ $3{\cdot}8$ „ „ $\frac{500}{3{\cdot}8} = 132$

sekund, do przebycia zaś długości wyrównanej

9870^m chyżością 7^m trzeba czasu $\frac{9870}{7} = 1410$

921 „ 7 „ „ „ $\frac{921}{7} = 132$

sekund, a więc tyle samo, ile w pierwszym razie.

W miejsce rzeczywistej przestrzeni składającej się:

z poziomej	17860^m
„ wzniesienia . . .	5790 „
„	500 „
razem	24000^m

pisać przeto można

pozioma	17860
wyrównana	9870
„	921
razem	28651^m

przestrzeń rzeczywista wynosi więc: 24000
„ wyrównana „ żaś 28651

metrów.

Do przebycia przestrzeni rzeczywistej potrzeba więc czasu

$$60 + \frac{28651}{7} = 4153$$

sekund, czyli 69 minut. (Obacz przykład z § 48). Zamiast więc mówić że przestrzeń składa się z trzech kawałków mających długości

$$17860 + 5630 + 500 = 24000^m$$

z których pierwszy przejeżdzać można chyżością 7^m, drugi chyżością 4^m trzaci zaś chyżością $3{\cdot}8^m$, przyjąć można, że przestrzeń ma 28651^m długości a przejeżdza się ją chyżością 7^m na sekundę.

Przestrzeń wyrównana, jest więc

$$\frac{28651}{24000} = 1{\cdot}2$$

razy większą od przestrzeni rzeczywistej.

50.

Praktyczny sposób obliczania czasu, potrzebnego do przejazdu przestrzeni leżącej między dwiema stacyami.

Chcąc odnieść praktyczną korzyść stósowania *długości wyrównanych* do obliczania czasu potrzebnego do przejazdu

przestrzeni leżącej między dwiema sąsiedniemi stacyami, obliczać wypada stosunek przestrzeń wyrównanych do przestrzeń rzeczywistych dla wszystkich możliwych spadków i wzniesień, i zestawić liczby otrzymane (które nazwać można *współczynnikami*) w ten sposób, w tabelki, aby odczytywać można współczynnek odpowiadający każdej stromości spadku lub wzniesienia.

Mając taką tabelkę, nie potrzeba nic więcej, jak tylko mnożyć długość każdego ze wzniesień lub ze spadków przez współczynnik odpowiedni, a otrzyma się *długość wyrównaną*, którą dzielić trzeba przez chyżość *wybraną*, chcąc otrzymać czas potrzebny do przejazdu tegoż wzniesienia lub spadku.

Równi nie uwzględnia się wcale, dla takich albowiem nie ma nic do wyrównania, rzeczywista długość równi, jest zarazem jej długością wyrównaną.

Ponieważ przestrzeń leżąca między dwiema stacyami powstaje z równi, spadków i wzniesień, dla równi zaś długości wyrównanej obliczać nie trzeba, więc pozostaje tylko obliczać długości wyrównane dla spadków i wzniesień.

Długości wyrównane, dla spadków.

Zezwala się na to, aby jazda w spadkach odbywała się tak szybko, jak się jedzie w równiach, to zaliczyć można wszystkie spadki, bez różnicy ich stromości, do rzędu równi, w którym to razie odpada wszelkie obliczanie długości wyrównanych.

Istnieją zaś przepisy obowiązujące kolej, to oznaczyć trzeba dla każdej stromości spadków, chyżość jaką spadki te, co najspieszniej przejeżdzać dozwolono, czyli innemi słowy, trzeba obliczać chyżość odpowiadającą właściwości stromości spadku.

Tabelka przytoczona przy końcu § 26 zawiera chyżości odpowiadające poszczególnem stromościom spadków, nie potrzeba więc nic więcej jak tylko dzielić chyżość wybraną kolejno przez owe chyżości, by otrzymać współczynniki długości wyrównanych.

Ponieważ w tabelce tej, przyjęto dla pociągów

osobowych chyżość 16^m
pośpiesznych „ 21„

na sekundę, więc dzielić będzie trzeba liczbą 16, przez wszystkie chyżości odnoszące się do pociągów osobowych, liczbę 21 zaś, przez chyżości odnośne do pociągów pośpiesznych.

Clausnitzer przeprowadzając tę robotę, podał w roku 1881 następujące zestawienie.

Łuk zatoczony promieniem metrów:	W spadkach mających stromości ‰																			
	5		7		8		10		11		12		14		17		20		25	
	wynosi dla pociągów																			
	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych	pospiesznych	osobowych
	stosunek długości wyrównanej, do przestrzeni rzeczywistej																			
1000	1·00	1·00	1·00	1·05	1·05	1·05	1·05	1·10	1·05	1·10	1·10	1·15	1·10	1·20	1·15	1·25	1·20	1·35	1·30	1·50
950	1·00	1·00	1·05	1·05	1·05	1·05	1·10	1·10	1·10	1·10	1·10	1·15	1·15	1·20	1·20	1·25	1·25	1·35	1·30	1·50
900	1·05	1·00	1·05	1·05	1·05	1·05	1·10	1·10	1·10	1·10	1·15	1·15	1·15	1·20	1·20	1·25	1·25	1·35	1·35	1·50
850	1·05	1·00	1·05	1·05	1·10	1·05	1·10	1·10	1·15	1·10	1·15	1·15	1·20	1·20	1·20	1·25	1·30	1·35	1·35	1·50
800	1·10	1·00	1·10	1·05	1·10	1·05	1·15	1·10	1·15	1·15	1·20	1·15	1·20	1·20	1·25	1·25	1·30	1·35	1·40	1·50
750	1·10	1·05	1·15	1·05	1·15	1·10	1·20	1·10	1·20	1·15	1·20	1·15	1·25	1·20	1·30	1·30	1·35	1·35	1·45	1·55
700	1·15	1·05	1·15	1·10	1·20	1·10	1·20	1·15	1·20	1·15	1·25	1·20	1·30	1·25	1·30	1·30	1·40	1·40	1·50	1·55
650	1·20	1·05	1·20	1·10	1·20	1·10	1·25	1·15	1·25	1·15	1·30	1·20	1·30	1·25	1·35	1·30	1·40	1·40	1·50	1·60
600	1·20	1·10	1·25	1·10	1·25	1·15	1·30	1·15	1·30	1·20	1·35	1·20	1·35	1·25	1·40	1·35	1·45	1·45	1·55	1·60
550	1·25	1·10	1·30	1·10	1·30	1·15	1·35	1·20	1·35	1·20	1·40	1·25	1·40	1·30	1·45	1·40	1·50	1·45	1·65	1·65
500	1·30	1·15	1·35	1·15	1·35	1·20	1·40	1·20	1·40	1·25	1·45	1·30	1·45	1·35	1·50	1·40	1·60	1·50	1·70	1·70
450	1·35	1·15	1·40	1·20	1·40	1·25	1·45	1·30	1·45	1·30	1·50	1·35	1·55	1·40	1·60	1·45	1·65	1·55	1·80	1·75
400	1·45	1·20	1·45	1·25	1·50	1·30	1·55	1·30	1·55	1·35	1·60	1·40	1·65	1·45	1·70	1·50	1·75	1·60	1·90	1·80
350	1·55	1·25	1·55	1·30	1·60	1·35	1·65	1·40	1·65	1·40	1·70	1·45	1·75	1·50	1·80	1·60	1·85	1·70	2·00	1·90
300	1·65	1·35	1·70	1·40	1·70	1·40	1·75	1·50	1·80	1·50	1·80	1·55	1·85	1·60	1·90	1·70	2·00	1·80	2·15	2·00
250	1·80	1·45	1·85	1·50	1·80	1·55	1·90	1·60	1·95	1·60	1·95	1·65	2·00	1·70	2·10	1·80	2·20	1·95	2·30	2·20
200	2·00	1·60	2·00	1·65	2·00	1·70	2·10	1·75	2·15	1·75	2·15	1·80	2·25	1·90	2·30	2·00	2·40	2·15	2·60	2·40

W spadku mającym $12^0/_{00}$ stromości, leżącym w łuku który zatoczono promieniem 300^m, wynosi dla pociągu pospiesznego, stosunek długości wyrównanej, do przestrzeni rzeczywistej 1·8, gdyby więc spadek ten, miał 1000^m długości, to uważać go wypada jako spadek leżący w prostej mający jednak $1{\cdot}8 \times 2000 = 1800^m$ długości. Gdyby wyznaczono dla pociągu pospiesznego 18^m chyżości, jako chyżość możebnie największą, to pociąg ten, potrzebowałby do przebycia owej przestrzeni, czasu $\frac{1800}{18} = 100$ sekund czyli $1^2/_3$ minut.

Widzimy więc, że tabelka Clausnitzera odnosi się li tylko do pociągów, które biegną (skoro nie są pospiesznymi) chyżością 16^m, że więc dla pociągów mniej spiesznych, obliczać trzeba inną tabliczkę, biorąc bowiem rzeczy ściśle, obliczaćby trzeba dla *każdej* chyżości *odrębną* tabelkę.

Biorąc dalej wzgląd na tę okoliczność, że podług § 26 przejeżdżać można nawet najstromsze spadki i najostrzejsze łuki znajdujące się w linii otwartej, zawsze jeszcze chyżością 10^m na sekundę, wypada, że skoro nie dozwalamy na linii kolejowej spieszniejszej jazdy jak chyżością 10^m, obliczanie długości wyrównanych jest dla spadków zbędnem.

Rozchodzi się więc tylko o zestawienie tabliczek dla pociągów biegnących chyżościami, które leżą w granicach między $11—16^m$ na sekundę.

Obliczając tabelki dla tych chyżości, a więc dla chyżości

11, 12, 14, 15 i 16^m

na sekundę, przychodzimy jednak do przekonania, że tabliczki bardzo mało lub wcale nie (w drugiej dziesiętnej) od siebie różnić się będą, gdyż tabelka Schefflera podana w § 26 oznacza możebnie najdalsze granice chyżości, co znaczy, że chyżości mniejsze, tem pewniej w prostych spadkach będą dozwolone. Współczynniki podane w § 14 odnoszące się do łuków, są zaś te same dla łuków leżących w spadkach jak i dla łuków w równiach, wypadają więc z rachunku.

Że tak jest, przekonać się łatwo. Łuk poziomy, zatoczony promieniem 600^m przejeżdżać można podług § 14 jeszcze chyżością $0{\cdot}93 \times 12 = 11{\cdot}16^m$, łuk zaś zatoczony promieniem 300^m, chyżością $0{\cdot}74 \times 12 = 8{\cdot}88$, obieramy chyżość 12^m jako największą chyżość dla pociągu osobowego, to wynosi stosunek chyżości *wybranej*, do chyżości

odpowiadającej stromości spadku, dla łuku zatoczonego promieniem

$$600^m \ldots \frac{12}{0{\cdot}93 \times 12} = \frac{1}{0{\cdot}93} = 1{\cdot}07$$

$$300_{\,\prime\prime} \ldots \frac{12}{0{\cdot}74 \times 12} = \frac{1}{0{\cdot}74} = 1{\cdot}35$$

a to są we wielkiem przybliżeniu liczby, podane w tabliczce Clausnitzera dla spadków łagodnych aż do $5^0/_{00}$ stromości.

Widzimy więc, że dla pociągów biegnących wolniej niż chyżością 10^m na sekundę, długości wyrównanych dla spadbów nie oblicza się wcale, jakoteż, że tabliczka Clausnitzera, podaje współczynniki długości wyrównanych dla pociągów spieszniejszych.

Dla pociągów biegnących chyżością 16^m bierze się współczynniki znajdujące się w owej tabliczce pod napisem: pociąg *osobowy*, dla pociągów zaś spieszniejszych, aż do chyżości 21^m, współczynniki znajdujące się pod napisem: pociąg *pospieszny*.

Długości wyrównane dla wzniesień.

W *spadkach*, nie zależy szybkość biegu wcale od ciężaru pociągu (§ 26 wzór 34) ciężki pociąg będzie więc biedz tak samo szybko jak lekki, różnicę w chyżości, stanowi jedynie długość pociągu. Jadąc zaś w kierunku *wzniesień*, zawisłą jest chyżość biegu od pracy pary, przy danej pracy zaś na danej linii, od ciężaru pociągu.

Wydaje maszyna na każdą tonnę ciężaru pociągu który prowadzi, siłę e koni, to poprowadzi pociąg swój w kierunku wzniesienia mającego $m^0/_{00}$ stromości, chyżością

$$c = 75 \left(\frac{e}{m + o}\right)$$

metrów na sekundę (wzór numer 27), gdzie o wyraża opór jednostkowy na linii prostej.

Wynosi chyżość wybrana v metrów na sekundę, to otrzymujemy ze względu na wzór numer 72, stosunek długości wyrównanej do rzeczywistej

$$\left(\frac{\Delta}{s}\right) = v : \left(\frac{75.e}{m + o}\right)$$

czyli:

$$\left(\frac{\Delta}{s}\right) = \frac{(m + o)}{75} \left(\frac{v}{e}\right) \qquad 74)$$

wzór służący do obliczania długości wyrównanych, dla wzniesień. Tutaj wyraża:

Δ... długość wyrównaną dla wzniesień, w metrach
s... przestrzeń rzeczywistą w metrach
v... chyżość wybraną, w metrach na sekundę
m... stromość wzniesienia wyrównanego
o... opór jednostkowy, na poziomej prostej, w kilogramach
e... jednostkową pracę lokomotywy, mierzoną w siłach konja.

W łuku zatoczonym promieniem 300^m leżącym na wzniesieniu mającym $17^0/_{00}$ stromości, prowadzi lokomotywa pracując siłą 300 koni, pociąg ważący 250 tonn. Pod takiemi warunkami, jechać będzie pociąg, pewną, oporowi i sile przewozowej odpowiadającą chyżością. Gdyby zaś przez ten sam czas, który pociąg rzeczywiście jedzie, biegł już nie ową wyż wspomnianą, lecz chyżością 10^m na sekundę, to przebiegłby inną przestrzeń, jak rzeczywiście przebiega. Zachodzi pytanie o stosunek obydwóch tych przestrzeń do siebie.

Stromość wzniesienia prostego, stawiającego ruchowi ten sam opór, co łuk zatoczony promieniem 300^m, leżący na wzniesieniu $10^0/_{00}$ wynosi

$$10 + \frac{600}{300} = 12^0/_{00}$$

mamy przeto: m = 12.

Ponieważ lokomotywa pracuje siłą 300 koni, prowadząc pociąg ważący 260 tonn, więc wydaje na tonnę ciężaru pociągu który prowadzi $\frac{300}{250} = {}^6/_5$ sił koni, mamy przeto, e = ${}^6/_5$.

Ponieważ lokomotywa prowadzić ma pociąg swój, chyżością 10^m na sekundę, więc zwalcza każda tonna ciężaru tegoż pociągu na linii poziomej opór:

$$4 + \frac{10^2}{50} = 6$$

kilogramów, mamy przeto: o = 6.

Ze względu na to, że jazda odbywać się ma wszędzie chyżością 10^m, wynosi chyżość wybrana 10^m, mamy przeto: v = 10.

Wstawiając we wzór podany pod numerem 74

$$e = {}^{6}/_{5}, \quad m = 12, \quad 0 = 4, \quad v = 10.$$

Otrzymujemy:

$$\left(\frac{\triangle}{5}\right) = 2$$

co znaczy, że długość wyrównana przewyższa dwa razy przestrzeń rzeczywistą. Gdyby długość owego wzniesienia wynosiła 1000^m musianoby wstawić w rachunek, w jej miejsce przestrzeń 2000^m.

Na owem wzniesieniu jechać bowiem można najspieszniej chyżością

$$75. \left(\frac{{}^{6}/_{5}}{12 + 6}\right) = 5^m$$

na sekundę (wzór numer 27), do przebycia wzniesienia, potrzebuje pociąg czasu $\frac{1000}{5} = 200$ sekund, gdyby zaś jechać miał chyżością 10^m na sekundę, przejeżdzać by musiał przestrzeń 2000^m, i potrzebowałby na to, również czasu $\frac{2000}{10} = 200$ sekund. W miejsce wzniesienia mającego stromości $10^0/_{00}$ a 1000^m długości, — leżącego w łuku zatoczonym promieniem 300^m (które to wzniesienie maszyna przejeżdzać może najspieszniej chyzością 5^m,) przzdstawić sobie można idealną przestrzeń mającą 2000^m długości, którą przestrzeń przebywać można tak samo spiesznie jak przestrzenie leżące w równiach. W miejsce owego wzniesienia, wstępuje więc linia prosta i pozioma. Długość tej wyrównanej przestrzeni przewyższa dwa razy rzeczywistą długość wzniesienia.

Pod supozycyą że

pociąg	biegnie najspieszniej chyżością metrów na sekun.	waży tonn
pospieszny	15	100
osobowy	12	150
towarowy	9	250

lokomotywy zaś, służące do prowadzenia pociągów pospiesznych i osobowych pracują siłą 250 koni, maszyny dla pociągów towarowych, zaś siłą 300 koni, będzie

określenie	dla pociągów		
	pospiesznych	osobowych	towarowych
$e = \frac{E}{T}$	$^5/_2$	$^5/_3$	$^6/_5$
$o = \left(4 + \frac{v^2}{50}\right)$	8·5	6·9	5·6
$\left(\frac{v}{e}\right)$	6·0	7·2	7·5
$\left(\frac{\Delta}{s}\right) = \frac{m + o}{75}\left(\frac{v}{e}\right)$	$\frac{2(8{\cdot}5 + m)}{25}$	$\frac{2{\cdot}4(6{\cdot}9+m)}{25}$	$\frac{(5{\cdot}6 + m)}{10}$

Widzimy więc, że jest:

$$\left(\frac{\Delta}{s}\right) = \begin{cases} 0{\cdot}08 & (m + 8{\cdot}5) \\ 0{\cdot}096 & (m + 6{\cdot}9) \\ 0{\cdot}1 & (m + 5{\cdot}6) \end{cases} \qquad 75)$$

wzory, służące do obliczania *długości wyrównanych.* Pierwszy z tych wzorów, odnosi się do pociągów pospiesznych, drugi do pociągów osobowych, ostatni zaś, do pociągów towarowych.

Wstawiąc w powyższe wzory, za m poszczególne wartości, otrzymujemy następującą tabelkę:

Stromość wyrównanego wzniesienia ‰	stosunek długości wyrównanej do przestrzeni rzeczywiwistej, wynosi dla pociągów		
	pospiesznych	osobowych	towarowych
	dla których wybrana chyżość jazdy, wynosi metrów na sekundę		
	15	12	9
5	1·08	1·14	1·06
6	1·16	1·24	1·16
7	1·24	1·33	1·26
8	1·32	1·43	1·36
9	1·40	1·52	4·46
10	1·48	1·62	1·56
11	1·56	1·72	1·66
12	1·64	1·81	1·76
13	1·72	1·91	1·86
14	1·80	2·00	1·96
15	1·88	2·10	2·06
16	1·96	2·19	2·16
17	2·04	2·29	2·26
18	2·12	2·39	2·36
19	2·20	2·48	2·46
20	2·28	2·58	2·56
21	2·36	2·68	2·66
22	2·44	2·78	2·76
23	2·52	2·87	2·86
24	2·60	2·97	2·96
25	2·68	3 06	3·06

Dla pociągów równie ciężkich, biegnących jednak spieszniej, pódaje *Clark* następujące zestawienie:

na wzniesieniu ‰	długość wyrównana przewyższa przestrzeń rzeczywistą przy pociągach	
	pospiesznych	osobowych
	biegnących chyżością	
	21	16
	metrów na sekundę	
4	1·15	1·05
5	1·20	1·15
7	1·30	1·30
8	1·40	1·45
10	1·50	1·60
11	1·65	1·70
12	1·75	1·80
14	1·90	2·05
17	2·15	2·30
20	2·45	2·70

Różnice pochodzą ztąd, że obliczania *Clarka*, odnoszą się do oporów jakie się znachodzą na kolejach angielskich wypośrodkowanych na podstawie doświadczeń dawniejszych.

Przykład.

Między dwiema, 7 kilometrów od siebie oddalonemi stacyami, znachodzimy następujący profil:

poziome		wzniesienia			spadki		
a	R	a	R	‰	a	R	‰
400	600	900	300	4	500	300	3
1200	∞	700	200	10	300	600	10
1000	600	1100	600	15	900	1200	20½
2600		2700			1700		

Zachodzi pytanie, ile czasu potrzebować będzie pociąg osobowy do przejazdu tejże linii?

Zamieniając łuki na równoważne im wzniesienia (§ 14) otrzymujemy następujące zestawienie:

poziome	wzniesienia		spadki		
a	a	‰	a	R	‰
1200	1400	1	500	300	2
	900	6	300	600	9
	700	13	900	1200	20
	1100	16			
1200	4100		1700		

Mając profil w ten sposób uszykowany, oznaczamy długość wyrównaną jak następuje:

Długości wyrównane dla spadków.

Spadek 2‰ aczkolwiek leży w łuku ostrym, bo w łuku zatoczonym promieniem 300^m, żalicza się do prostych, gdyż tabliczka Clausnitzera, rozpoczyna się dopiero od spadków 5‰. Podług tej tabliczki wynosi długość wyrównana spadku 9‰ leżącego w łuku o promieniu 600^m, $\frac{1{\cdot}40 + 1{\cdot}50}{2} = 1{\cdot}45$; dla spadku 20‰ leżącym w łuku zatoczonym promieninm 1200^m, zaś 1·35.

Długość wyrównana naszych spadków wynosi przeto

$$1{\cdot}45 \times 600 + 1{\cdot}35 \times 1200 = 2490^m.$$

Długości wyrównane dla wzniesień.

Ponieważ podług naszej tabliczki, wzniesienia rozpoczynają się dopiero od stromości 5‰, więc zaliczyć trzeba wzniesienia 1‰ do poziomych.

Dla wzniesienia:

6‰	wynosi	długość	wirtualna	1·24
13	„	„	„	1·91
16	„	„	„	2·19

długości wyrównane, są przeto:

$$1{\cdot}24 \times 900 + 1{\cdot}91 \times 700 + 2{\cdot}19 \times 1100 = 4862^m$$

długość zaś wszystkich przestrzeń zaliczonych do prostych, wynosi:

$$1200 + 1400 + 500 = 3100^m$$

całkowita długość wyrównana, będzie przeto:

długość prostych	. . . .	3100^m
„ spadków	. . . .	2490 „
„ wzniesień	. . . .	4862 „
razem		10452

metrów.

Ponieważ chyżość wybrana, wynosi dla pociągu osobowego 12^m więc pociąg nasz, potrzebuje do przebycia 7 kilometrowej przestrzeni:

$$\frac{10452}{12} = 871$$

sekund, do czasu tego, doliczyć jeszcze trzeba (wzór 73) 60 sekund, tak więc, że do przejazdu owej przestrzeni potrzeba będzie czasu:

$$871 + 60 = 931$$

sekund, czyli 15 minut, przeciętna chyżość ruchu, wynosi przeto

$$\frac{7000}{871} = 8^m$$

na sekundę, stosunek zaś długości wyrównanej do rzeczywistej

$$\frac{10452}{7000} = 1{\cdot}5$$

51.

Skutki zanadto spiesznej jazdy.

Praktyka kolejowa uczy, że maszynista wyjeżdzając ze stacyi później, jakby podług planu wyjechać winien, przybywa pomimo to do stacyi sąsiedniej w czasie przepisanym. Wynika ztąd, że pociąg biegł spieszniej, jak mu biedz było dozwolono. Podobne wypadki wydarzają się najczęściej przy pociągach, które przejeżdżając kilka pomniejszych stacyj bez zatrzymania się, w główniejszych tylko stają. W takich to razach przybywa pociąg do stacyi w których się nie zatrzymuje, częstokroć wcześniej jak plan jazdy przepisuje, lub przybywając na czas, przejeżdża stacye spieszniej aniżeli dozwolono. Przekonać się można, że na spadkach biegnie pociąg najczęściej spieszniej aniżeli na poziomej, przez co znów, nabrać może chyżość jazdy rozmiarów, zagrażających bezpieczeństwu ruchu.

Jakie zaś skutki pociąga za sobą jazda za nadto spieszna, pouczają wypadki kolejowe, nabierające czasami straszliwych rozmiarów.

Pociąg, przy którym $^1/_4$ całkowitego ciężaru spoczywa na osiach sposobnych do hamowania, rozpoczyna bieg swój w kierunku spadku mającym $25^0/_{00}$ stromości, chyżością 5^m na sekundę. Skutkiem nieuwagi służby pociągowej, poczynają hamulce wchodzić w akcye dopiero gdy pociąg przebył 300^m drogi, a więc w chwili, w której uzyskał chyżość:

$$\sqrt{5^2 + \frac{(25 - 4)}{51} 300} = 12^m$$

na sekundę (wzór 35), chcąc hamowaniem sprowadzić chyżość do wartości początkowej t. j. do wartości 5^m, zwalczać trzeba opór wynoszący

$$4 + \frac{12^2 + 5 \times 12 + 5^2}{150} = 5{\cdot}5$$

kilogramów na tonnę ciężaru pociągu. Ponieważ hamowaniem sprawić można opór wynoszący na tonnę ciężaru pociągu (wzór 36)

$$5{\cdot}5 + \frac{25\ (130 - 5{\cdot}5)}{100} = 36{\cdot}6$$

kilogramów, więc zatrzymać będzie można pociąg dopiero na przestrzeni (§ 29 wzór 42)

$$\frac{51 \times 12^2}{36{\cdot}6 - 25} = 640^m$$

Gdyby na tej przestrzeni znajdował się most uszkodzony w oddaleniu 195^m od punktu w którym hamować rozpoczęto, to pociąg przebiegłby przez ten most, chyżością

$$\sqrt{12^2 + \frac{(36{\cdot}5 - 25)}{51} 195} = 10^m$$

na sekundę (wzór 35), a więc daleko szybciej jak dozwolono.

Popełniła zaś służba pociągowa błąd powyższy w zimie podczas gołoledzi, i branoby pod rozwagę także czas upływający między daniem, a posłuchaniem sygnału do hamowania, to chcąc pociąg zatrzymać, potrzebowanoby przestrzeni:

$$\frac{5100 \times 12^2}{25\left(105-4-\frac{12^2}{150}\right)-100\left(25-4-\frac{12^2}{150}\right)}+10\times12=1390$$

metrów (wzór numer 40). Leżałaby stacya, od punktu o którego poczęto hamować, w oddaleniu kilometra, to pociąg, pomimo hamowania, stacyę by przejechał, zatrzymałby się bowiem dopiero 1390 — 1000 = 390^m po za nią.

52.

Czas, podług którego pociągi kursują.

Ziemia, wirując w około swej osi, przeprowadza południki swe poprzed słońce. Południk który staje pod słońcem, *ma* południe, ten zaś, który przebył już tę pozycyę, *miał* południe, południk zaś, który do tej pozycyi dobiega, *mieć będzie* południe.

Wynika ztąd, że w danej chwili, każdy południk w innej pozycyi względem słońca się znajduje, że więc *rozmaity* czas, *równocześnie* mamy na ziemi. W chwili, w której mieszkańcy jednego południka mają godzinę 12 w południe, są mieszkańcy południka poprzedzającego, już po południu, podczas gdy mieszkańcy południka następnego, południa jeszcze nie mają. Mieszkańcy zaś jednego i tego samego południka, mają wszyscy czas jednakowy.

Ponieważ na ziemi naszej, pociągniono 360 południków, koło zaś w którem one leżą, podzielono na 24 równych części, wypada na jednę taką przedziałkę $\frac{360}{24} = 15$ południków. Ponieważ czas który ziemia potrzebuje do jednorazowego obrotu w około słońca, nazwano dobą, a $^1/_{24}$ część doby, godziną, więc w ciągu godziny, przesuwa się 15 południków, jeden południk następuje więc po drugim w czasie $\frac{60}{15} = 4$ minut.

W chwili, w której miejsca położone na jednym i tym samym południku, mają godzinę 12, liczyć będą miejsca leżące w południku poprzedzającym, 4 minut po 12, miejsca zaś znajdujące się na południku następującym (licząc zawsze w kierunku rotacyi ziemi) liczyć będą 4 minut przed 12tą.

Ponieważ ziemia wiruje od zachodu ku wschodowi, więc południk wschodni, będzie południkiem wyprzedzającym, południk zachodni, południkiem następującym. Miejsca leżące o jeden południk na wschód od miejsc znajdujących się w południku wskazującym godzinę dwunastą, liczyć będą $12^h\ 4^m$, miejsca zaś leżące na zachód, $11^h\ 56^m$.

Różnica w zegarach między dwoma, na różnych południkach leżącemi miejscami, wynosić przeto musi tyle razy po 4 minut, ile południków między niemi leży. Między *Warszawą* a *Lwowem* leży np. trzy południki, dla tego też różnica czasu tych miast, wynosić będzie $3 \times 4 = 12$ minut. Ponieważ Warszawa leży od Lwowa na zachód, więc przybędzie Lwów 12 minut wcześniej pod słońce aniżeli Warszawa, skutkiem tego będą w chwili, w której we Lwowie bije godzina 12, wskazywać zegary warszawskie $11^h\ 48^m$.

Jadąc ze Lwowa na wschód, przebywszy 260 południków, trafimy na miasto *Filadelfię* w Ameryce, różnica czasu między Lwowem a Filadelfią wynosi przeto $4 \times 260 = 1040$ minut, skutkiem czego Filadelfia mieć będzie południe o 1040 minut czyli $17^1/_3$ godzin *wcześniej* od Lwowa, bije we Lwowie w *niedzielę* godzina 12 w południe, to w tej samej chwili mają w Filadelfii jeszcze *sobotę*, i liczą $6^h\ 40^m$ rano. Telegram nadany we Lwowie w *niedzielę* o 12 w południe, przybywa do Filadelfii już w *sobotę* o godzinie $6^h\ 40^m$ rano, a więc wcześniej niż go wysłano.

Następująca tabliczka uwidocznia różnicę czasu, zachodzącą między zegarem lwowskim, a zegarami niektórych miast innych.

W miejscu leżącem względem Lwowa na			
wschód		zachód	
wskazuje zegar			
w mieście	więcej o minut	w mieście	mniej o minut
Riga	0	Przemyśl	5
Brody	4	Warszawa	12
Wilno	5	Królewiec	15
Czerniowce	6	Kraków	17
Podwołoczyska	8	Peszt	20
Bukareszt	9	Gdańsk	22
Jassy	17	Wrocław	28

W miejscu leżącem względem Lwowa na			
wschód		zachód	
wskazuje zegar			
w mieście	więcej o minut	w mieście	mniej o minut
Stambuł	19	Wiedeń	31
Petersburg	25	Praga	39
Kijów	26	Drezno	42
Odessa	27	Berlin	43
Moskwa	54	Lipsk	47
		Rzym	47
		Marsylia	75
		Bruksela	79
		Paryż	87
		Londyn	97

Pociąg jadący z Krakowa do Lwowa, potrzebuje do jazdy 10 godzin czasu. Wyszedł z Krakowa o 12 w południe, to przybędzie do Lwowa o 10 wieczór. W chwili jednak w której zegar maszynisty prowadzącego pociąg, regulowany podług Krakowa, wskazuje 10 wieczór, mamy we Lwowie o 17 minut więcej, zegar lwowski wskazuje więc w tej chwili 10^h 17^m wieczór. Gdyby we Lwowie expedyowano pociągi podług czasu Lwowskiego, to możnaby zaraz po 10 wieczór wysłać pociąg ku Krakowu, albowiem niebyłoby żadnej przeszkody gdyż krakowski pociąg przybył już o 10, później więc, pociąg na linie jednotorową wysłać można. Gdyby jednak to uczyniono, to pociągi zderzyć by się musiały tuż za Lwowem, albowiem w chwili wyjazdu pociągu lwowskiego, dobiega pociąg krakowski do stacyi, znajduje się bowiem tylko 17 minut przed Lwowem.

Wynika ztąd, że nie chcąc robić zamięszania w expedycyi pociągów, brać koniecznie trzeba wzgląd na różnice czasu zegarów znajdujących się na stacyach koleji żelaznej. Dzieje się zaś to najprościej w ten sposób, iż się nie expedyuje pociągi podług czasu *miejscowego* lecz podług *jednego, dla wszystkich stacyj całej koleji, z góry obranego* zegaru, a czas liczony podług *tego zegaru*, zwiemy *czasem kolejowym*.

Na przestrzeni ze Lwowa po Krakowa, kursowaćby mogły pociągi podług czasu Lwowskiego, na przestrzeni

Kraków Wiedeń zaś, podług czasu Wiedeńskiego. Czas kolejowy mierzonoby w takim razie na wszystkich stacyach między Lwowem a Krakowem podług zegaru Lwowskiego, na wszystkich zaś stacyach między Krakowem a Wiedniem, podług zegaru Wiedeńskiego. W Przemyślu np. stacyi leżącej między Lwowem a Krakowem, nie mierzonoby czas dla pociągów podług zegara miejscowego lecz podług Lwowa. ponieważ w Przemyślu jest o 5 minut mniej na czasie jak we Lwowie, więc zegar kolejowy (zegar lwowski) szedłby w takim razie o 5 min. później od zegaru miejscowego. W chwili w której w Przemyślu bije 12, wskazywałby zegar kolejowy 5 minut po dwunastej, co dla podróżnych nie byłoby wcale rzeczą przyjemną, gdyż niepamiętając na różnicę, łatwo do pociągu spóźnićby się mogli.

Gdyby ruch pociągów kursujących między *Warszawą u Petersburgiem*, regulowano podług zegaru petersburgskiego pociągi zaś, kursujące między *Warszawą* a *Paryżem*, podług zegaru paryzkiego, to musiałby pociąg przybywający z Petersburga o godzinie 10^h 37^m do Warszawy, wyczekiwać we Warszawie 37^m, ażeby zegar Warszawski wskazał 10^h 37^m.

Ponieważ jednak na drodze z Petersburga do Paryża, nie dysponuje dwóch tylko panów (Rosya i Francya), lecz ich wiele, więc też wyczekiwania podobne, odbywać się będą nietylko w Warszawie, ale we wielu jeszcze innych miejscach.

W rzeczywistości kursują pociągi, idące z Petersburga do Paryża na drodze:

Petersburg-Granica	podług	czasu	Petersburga
Granica-Simbach	„	„	Pragi
Simbach-Ulm	„	„	Mnichowa
Ulm-Avricourt	„	„	Stuttgardu
Avricourt-Paryż	„	„	Paryża

tak więc, że czas kolejowy zmienia się 5 razy podczas drogi z Petersburga do Paryża.

Podobne zjawisko spotykamy nietylko na drogach żelaźnych należących do rozmaitych przedsiębiorstw kolejowych, lecz dosyć często, na drogach należących do jednego i tego samego przedsiębiorstwa. Tak np. austryjacka kolej *południowa*, reguluje zegary stacyjne, na jednej części swej sieci podług *Pragi*, na drugiej podług *Pesztu*, na trzeciej zaś podług *Mnichowa*.

Niedogodności podobne znikłyby zaraz, gdyby pociągi kursować mogły na wszystkich kolejach jednego kontynentu, podług jednego, z góry obranego zegara.

Podobnie jak liczyć poczynamy geograficzne długości od południka idącego przez *Paryż*, takby też czas tego południka, obrać można jako czas dla ruchu pociągów na kontynencie europejskim. Dopóki jednak coś podobnego się nie stanie, wyrównywać będzie trzeba różnicę czasów, w stacyach pogranicznych.

Dawniej, obierała każda kolej ten czas, za czas kolejowy, który wskazywał zegar regulowany podług najwybitniejszej miejscowości którą kolej dotykała. Gdy zaś drogi żelazne coraz więcej rozkrzewiać się poczynały, obrano w chęci usunięcia rozmaitości w czasach, ten czas, jako czas kolejowy, który odpowiadał miastu *stołecznemu* całego kraju. Pociągi galicyjskie, kursowałyby w takim razie podług zegaru lwowskiego, austryjackie podług wiedeńskiego, czeskie podług pragskiego i t. p.

Dla Austro - Węgier, przepisał Rząd Austryjacki dwa zegary, podług których koleje w Państwie, ruch swój regulować mają, przeznaczając na to zegary miasta *Pesztu* i *Pragi*. Na kolejach Węgierskich i galicyjskich, kursują pociągi podług zegaru peszteńskiego, na wszystkich innych zaś podług pragskiego.

Koleje niemieckie, niemając podobnej ustawy, kierują ruch swych pociągów, podług wybitniejszych miejscowości. W zjednoczonych stanach północnej Ameryki, odczuto również brak jedności co się tyczy oznaczania czasu, podług którego pociągi kursować mają, jak to nam świadczy projekt inżyniera *Newberry*. Inżynier ten, proponuje (1881) aby dla pociągów oznaczano czas w gwiaździarni w *Wassingtonie*, i nie dzielono go na *przed* i po *południe*, lecz podzielono czas obrotu ziemi (dobę) na 10 godzin, z których każda, zawieraćby miała po 100 minut, minuta po 100 sekuud.

Następująca tabliczka uwidocznia zegary, podług których obecnie kursują pociągi na kolejach europejskich:

Czas kolejowy reguluje się:

W Austryi . .	podług	Pragi
„ Bawaryi	„	Mnichowa
„ Belgii	„	Brukseli
„ Danii	„	Kopenhagi
„ Francyi	„	Paryża
„ Galicyi	„	Pesztu

w Holandii	podług	Amsterdamu
„ Polszcze	„	Warszawy
„ Rossyi	„	Petersburga
„ Rumunii	„	Bukaresztu
„ Szwecyi	„	Gotenberg
„ Szwajcaryi	„	Genewy
„ Węgrzech	„	Pesztu
„ Włoszech	„	Rzymu
„ Wirtembergii	„	Stuttgardu

W planach czyli rozkładach jazdy, które publiczności się komunikuje, wymienia się wyraźnie zegar, podług którego pociągi kursują, podawanie bowiem publiczności czasu, obliczonego podług miejscowości przez które pociąg przechodzi, — (jak to w roku 1875 w Austryi było przepisane), okazało się być niepraktycznem, i zostało zniesione.

53.

Rozkład jazdy.

Porządek w którym pociągi przychodzą i odchodzą, zwie się *rozkładem* jazdy.

Znajomość odjazdu i przyjazdu pociągów, umożliwia regularną przesyłkę towarów, ułatwia podróżnym jazdę, jakoteż spełnianie na się wziętych obowiązków, sprowadza ład w czynnościach na stacyi, i ułatwia administracyę. Z tych to przyczyn uważać wypada rozkład jazdy jako *duszę ruchu kolejowego*, nadający ruchowi ową cechę pewności i regularności, która służbę kolejową tak wybitnie charakteryzuje.

Zważając że dobrze ułożony plan jazdy wielce się przyczynia do bezpieczeństwa ruchu, pojmiemy, że plan taki stał się niezbędnym *warunkiem* ruchu kolejowego.

Koleje, mające do dyspozycyi jeden tylko tor, prowadzą ruch swych pociągów na tym jednym torze, pociągi idące w obu kierunkach, toczą się więc zawsze po jednym torze. Na dwutorowych kolejach zaś, służy jeden tor do prowadzenia pociągów w jednym kierunku, drugi zaś, dla

pociągów idących w kierunku odwrotnym; tak więc, że na jednym torze nie kursują pociągi w obydwóch kierunkach. Ile zaś pociągów kursować ma na pewnej koleji, jakoteż ich gatunek, zależy od gęstości ruchu, zwyczajów krajowców, rozwoju przemysłu, i geograficznego położenia kraju, który droga żelazna przerzyna.

Drogi żelazne prowadzące przez mało zaludnione lub przemysłem nie zbyt ożywione okolice, zadowalać się muszą mniejszą ilością pociągów, jakoteż skromniejszą chyżością jazdy, podczas gdy koleje, na których ruch świata pulsuje, mieć będą dużo i rozmaitych pociągów odznaczających się szybkością jazdy.

Do rzędu koleji światowych, zaliczamy np. koleje:

Warszawsko-Wiedeńską
Austryjacko-Zachodnią
„ Północną
„ Państwową
Berlinsko-Paryzką
Wiedeńsko-Londyńską
Kolonia-Brindissi i t. p.

Co się tyczy ilości zaprowadzić się mających pociągów *osobowych*, wskazać musi doświaczenie, czy jest taniej puszczać w ruch pociągi *krótkie*, a puszczać je *często*, czy też zaprowadzić pociągi *długie*, kursujące *w dłuższych okresach czasu*.

Rozumie się samo przez się, że jest niepodobna dawać ogólnikowe przepisy tyczące się wypracowania planu, podług którego pociągi kursować mają, jakoteż przepisy odnoszące się do wyboru pociągów, do ich ilości, pory dnia w jakiej kursować mają, szybkości jazdy i t. p.

Plan jazdy koleji, na której ruch świata pulsuje, wypadnie bowiem zupełnie inaczej jak plan drogi żelaznej przerzynającej kraje rolnicze, ten znów inaczej od planu jazdy na kolejach łączących ze sobą fabryki itp. Kolej prowadząca okolicami przez publikę często zwiedzanemi, zmieniać będzie plan jazdy podług pory roku, stósować się będzie podług świąt i t. p. — podczas gdy kolej przewożąca towary, względów takich znać nie potrzebuje. Austryjacka kolej południowa zmienia np. plan jazdy rocznie po 8 razy, podczas gdy kolej północna wcale go nie zmienia. Drogi żelazne dowożące towary kolejom większym, jakoteż

koleje odbierające przesyłki od koleji głównych celem rozwozu po stacyach własnej sieci, winne się stosować ze swymi pociągami do pociągów koleji ościennych, podczas gdy koleje główne, względów takich nie mają.

W każdym razie jednak, czy to chodzi o wypracowanie planu jazdy dla koleji wielkiej, czy też małej, dla kolei ożywionej ruchem, lub dla koleji drugorzędnej — zawsze odpowiadać musi rozkład jazdy nietylko bezpieczeństwu ruchu, ale nadto jeszcze dwom warunkom. Winien on bowiem nietylko czynić zadosyć wymaganiom podróżnych i przemysłowców, ale nadto odpowiadać także ekonomji.

Chcąc zadosyć uczynić pierwszemu z tych warunków, *urzeczywistnić* trzeba myśl, że kolej jest dla publiczności, nie zaś publiczność dla koleji, podczas gdy drugiemu warunkowi odpowiedzieć można, układając porządek jazdy tak, aby pociągi się rentowały.

Państwo zaś, mieć może jeszcze i inne warunki na oku, jak np. względy strategii i t. p. a pogodzenie tak sprzecznych sobie warunków — stanowi największą trudność przy wypracowaniu rozkładu jazdy.

Przechodząc do *technicznej* strony układania planu jazdy, znać trzeba przedewszystkiem możebnie największą chyżość, którą jeszcze jazda odbywać się może, dalej siły przewozowe lokomotyw służących do przewozu, oznaczyć trzeba ciężar pociągów, obliczyć czas, potrzebny do przebycia przestrzeń dzielących od siebie dwie sąsiednie stacye, a nakoniec, wiedzieć, jak długo pociągi w stacyach zatrzymywać się mają.

Mając te dane, przystąpić można do szkicowania planu jazdy.

54.

Przestanki w stacyach.

Rzadko tylko są drogi żelazne, tworzące jednę całość, tak krótkie, żeby pociągi przebywać je mogły bez zatrzymywania się po drodze.

Miejsca w których pociągi się zatrzymują, zowią się stacyami lub przystankami.

Miejsca zaopatrzone w przyrządy do szykowania pociągów, ładowania wozów, zaopatrzania lokomotywy w paliwo lub w wodę, i t. p. — zowiemy *stacyami*, miejsca zaś niemające podobnych przyrządów, w których jednak pociągi wymijać się mogą — *przystankami*.

Czas, który pociągi w miejscach tych przebywają, zowiemy *przestankiem* lub *postojem*.

Wielkość postoju zależy od rozmaitych okoliczności, np. od gęstości ruchu towarowego, od ilości dróg odgałęzających się ze stacyi, ilości zasilać się mających lokomotyw, od tego, czy maszyny otrzymywać mają wodę lub paliwo, lub też jedno i drugie, czy służba pociągowa lub siła przewozowa się mienia, od ilości podróżnych i t. p.

Przestanki są więc konieczne z przyczyn ruchu *technicznego*, jakoteż ruchu *komercialnego*.

Do *pierwszej* kategoryi, należą przestanki potrzebne do rewizyi pociągów, zasilania lokomotywy wodą lub paliwem, czyszczenia maszyn, smarowania wozów i zmiany lokomotyw.

Do *drugiej* kategoryi należą zaś przestanki, potrzebne do wysiadania i wsiadania podróżnych, władowywania i wyjmowania towarów, do obiadów lub śniadań, przetaczania wozów wchodzących w skład pociągu, manipulacyi cłowej i t. p.

Jako minimum przestanku potrzebnego ze względów *technicznych*, uważać można czas 5 minut, jako mininum postoju potrzebnego do wsiadania i wysiadnia podróżnych, uważać zaś wypada czas jednej minuty.

Pomimo, że o wielkości przestanków na stacyach, tylko miejscowe okoliczności decydują, przyjąć można, że postój wynosi przeciętnie przy pociągach:

pospiesznych	10 — 15%
osobowych	20 — 25 „
mięszanych	25 — 50 „
towarowych	50 —100 „

procent, czasu potrzebnego do przebycia całej drogi.

55.

Wypracowanie planu jazdy.

Zamiast ogólnikowego opisu w jaki sposób się wyrabia plan jazdy, posłuży lepiej, opis planu wypracowanego dla 182·6 kilometrów długiej drogi żelaźnej arcyksięcia Albrechta, prowadzącej ze *Lwowa* przez *Stryj* do *Stanisławowa*.

Na koleji kursują na dobę w każdym kierunku dwa pociągi służące tak do przewozu osób, jakoteż towarów. Jako maximum chyżości, którą w żadnem miejscu przekraczać nie wypada, obrano chyżość 9^m na sekundę. Pociągi towarowe kursują nie regularnie, w miarę potrzeb. Do prowadzenia pociągów mięszanych, służą lokomotywy ważące po 250 tonn, dla pociągów towarowych zaś, maszyny ważące po 300 tonn.

Plan jazdy obejmować ma taką ilość pociągów towarowych, na którą zezwalają chyżość jazdy, i odległości sąsiednich stacyi od siebie.

Pociągi służące do przewozu osób (pociągi mięszane) odjeżdzać mają tak ze *Lwowa*, *Stryja* i *Stanisławowa*, aby zabrać mogły podróżnych przybywających do tych stacyi sąsiedniemi kolejami; we *Lwowie* zabierać winne podróżnych przybywających z Krakowa i Podwołoczysk, w *Stryju*, podróżnych przybywających z *Węgier*, w *Stanisławowie* zaś, podróżnych ze *Suczawy i Rumunii*.

Przybywać zaś mają, mięszane pociągi tak do tych stacyi, ażeby podróżni, którzy przyjeżdżają tam pociągami, jechać mogli ze *Lwowa*, w kierunku do Krakowa i Podwołoczysk, ze *Stryja*, ku Węgrom, ze *Stanisławowa*, do Romunii.

Następująca tabliczka uwidocznia czas jazdy *możebnie najkrótszy*, obliczony podług znanych nam już zasad, (§ 50) podczas gdy czas *normalny*, obliczono zwiększaniem czasu możebnie najkrótszego o 5%.

czas jazdy wynosi w minutach				
między stacyami	dla pociągów			
	mięszanych		ciężarowych	
	normalny	możebnie najkrótszy	normalny	możebnie najkrótszy
Lwów—Glinna	40	38	46	44
Glinna—Lwów	46	44	51	49
Glinna—Szczerzec	26	25	31	29
Szczerzec—Glinna	36	34	37	35
Szczerzec—Mikołajów	39	37	48	46
Mikołajów—Szczerzec	43	41	51	49
Mikołajów—Wolica	36	34	44	42
Wolica—Mikołajów	34	32	42	40
Wolica—Uhersko	22	21	23	22
Uhersko—Wolica	19	18	23	21
Uhersko—Stryj	23	22	24	23
Stryj—Uhersko	18	17	21	20
Stryj—Morszyn	39	37	45	43
Morszyn—Stryj	34	32	42	40
Morszyn—Bolechów	27	26	31	29
Bolechów—Morszyn	27	23	30	28
Bolechów—Dolina	40	38	45	43
Dolina—Bolechów	30	29	37	35
Dolina—Krechowice	29	28	38	36
Krechowice—Dolina	44	42	47	45
Krechowice—Kałusz	32	30	39	37
Kałusz—Krechowice	38	35	43	41
Kałusz—Bednarów	42	40	46	44
Bednarów—Kałusz	38	35	42	40
Bednarów—Ciężów	38	36	40	38
Ciężów—Bednarów	35	33	39	37
Ciężów—Stanisławów	36	34	44	42
Stanisławów—Ciężów	53	51	55	53

Na podstawie tej tabliczki, obliczamy rozkład jazdy w sposób następujący:

Przypuszczając, że pociąg krakowski przybywa do *Lwowa* o godzinie 6 rano, to odjechać może ztamtąd pociąg do *Stanisławowa* o 7, gdyż podczas przestanku 7—6 = 1 godziny, można przeładować wygodnie tak pakunki, jakoteż wykonać wszelką inną manipulacyę pociągową.

Pociąg mięszany odjeżdzając ze *Lwowa* o godzinie 7, przybędzie podług owej tabliczki do *Glinny* o 7^h 40^m, ponieważ w *Glinnie* zatrzymać się ma 3^m, więc odejdzie z *Glinny* o 7^h 43^m, a ponieważ jedzie do *Szczerca* 26 minut, więc przybędzie tam o 7^h 43^m + 26^m = 8^h 9^m, w *Szczercu* zatrzymuje się 15 minut, odejdzie przeto ze *Szczerca* o 8^h 24^m, przybędzie do *Mikołajowa* o 8^h 24^m + 39^m = 9^h 3^m zostaje w *Mikołajowie* 15 minut, odchodzi ztamtąd o 9^h 3^m + 15^m = 9^h 18^m, przybywa do *Wolicy* 9^h 18^m + 36^m = 9^h 54^m, odjeżdza z *Wolicy* 9^h 54^m + 3^m = 9^h 57^m przybywa do *Uherska* 8^h 57^m + 22^m = 10^h 19^m odjeżdza z tamtąd 19^h 10^m + 1^m = 10^h 20^m i przybywa do *Stryja* 10^h 20^m + 23^m = 10^h 43^m.

W *Stryju* odgałęża się kolej na *Węgry*, a pociąg odchodzi ztamtąd o 11^h 30^m, podczas gdy z *Węgier* przychodzi drugi o 12^h.

Chcąc zabrać podróżnych przybywających z *Węgier*, musiałby nasz pociąg odejść ze *Stryja* po 12. Potrzeba do manipulacyi pociągowej w stacyi pogranicznej czasu 45 minut, odejść może pociąg dopiero o 12^h 45^m. Ponieważ przybył o 10^h 43^m więc stać będzie w *Stryju* przez 12^h 45^m — 10^h 43^m = 2^h 2^m godzin.

Podczas tak długiego przestanku mogą podróżni, przybywający tak z *Węgier* jakoteż ze *Lwowa*, w restauracyi wypocząć. Pierwsi mają na to czasu 12^h — 10^h 43^m = 1^h 17^m, podróżni zaś jadący do *Węgier* czasu 12^h — 11^h 30 = 30^m; pasażerowie jadący ze *Lwowa* do *Stanisławowa*, czasu 12^h 45^m — 10^h 43^m = 2^h 2^m.

Następująca tabliczka uwidocznia rozkład jazdy pociągu mięszanego numer 1. idącego ze *Lwowa* do *Stanisławowa*

Pociąg mięszany Nr. 1
ze *Lwowa* do *Stanisławowa*

	czas jazdy norm.	przyjazd		przestanek	odjazd		pora dnia	możeb. najkrót. czas jazdy
	minut	godzina	minuta	minut	godzina	minuta		
Lwów	.	.	.	.	7	.	rano	.
Glinna	40	7	40	3	7	43	„	38
Szczerzec	26	7	40	3	7	43	„	25
Mikołajów	39	9	3	15	9	18	„	37
Wolica	36	9	54	3	9	57	„	34
Uhersko	22	10	19	1	10	20	„	21
Stryj	23	10	43	122	12	45	po południ.	22
Morszyn	39	1	24	3	1	27	„	37
Bolechów	27	1	54	15	2	9	„	26
Dolina	40	2	49	20	3	9	„	38
Krechowic.	29	3	38	5	3	43	„	28
Kałusz	32	4	15	15	4	30	„	30
Bednarów	42	5	12	3	5	15	„	40
Ciężów	38	5	53	3	5	56	„	36
Stanisław.	36	6	32				wieczór	34
Suma	7^h 39			3^h 43				450

Przy naszym pociągu, wynosi więc:

czas jazdy . . .	7^h 49^m
przestanki	3^h 43^m
razem	11^h 32^m

Podróż ze *Lwowa* do *Stanisławowa* trwa więc 11 godzin 32 minut, wyjdzie pociąg ze *Lwowa* o godzinie 7 rano, to przybyć musi do *Stanisławowa* o godzinie $7^h + 11^h\ 32^m = 18^h\ 32^m = 6^h\ 32^m$ wieczór. Ponieważ powyż przytoczony rozkład jazdy, taki przyjazd rzeczywiście wykazuje, więc zgodność taka, świadczy, że obliczając ów rozkład, błędu nie popełniono.

Mając rozkład jazdy, pociągu mięszanego idącego ze Lwowa do Stanisławowa, wyznaczyć wypada plan jazdy dla pociągu mięszanego, poruszającego się w kierunku odwrotnym.

Pociąg z *Rumunii*, przybywa do Stanisławowa o godzinie $8^h\ 40^m$ z rana, nasz pociąg mógłby przeto ztamtąd odjechać godzinę później, a więc o $9^h\ 40^m$, w którym to razie przybyłby do Stryja, (jak to wykazuje następująca tabliczka) o godzinie $3^h\ 44^m$ po południu.

Ponieważ do Węgier odjeżdza pociąg ze Stryja o $4^h\ 30^m$, więc podróżni chcący jechać do Węgier, czekać będą w Stryju $4^h\ 30^m - 3^h\ 44^m = 46$ minut, ponieważ pociąg z Węgier przybywa do Stryja o godzinie 4, więc odjechaćby mógł nasz pociąg ku Lwowu, najwcześniej o $4^h\ 44^m$ w którym to razie, podróżni przybywający z Węgier a jadący ku Lwowu, czekaćby musieli w Stryju $4^h\ 44^m - 4^h = 44$ minut.

Pociąg wyjeżdzający ze Stryja o $4^h\ 44^m$, przybywa do Lwowa (jak to wykazuje tabliczka) o $8^h\ 39^m$ wieczór, a ponieważ ztąd odchodzi pociąg ku Krakowu o 10, w kierunku do Rosyi zaś, o $9^h\ 40^m$, więc pociąg nasz, przybywa na czas do Lwowa.

Pociąg mięszany Nr. 2. ze *Stanisławowa* do *Lwowa*								
Stacye	czas jazdy norm.	przyjazd		przestanek	odjazd		pora dnia	możebn. najkrót. czas jaz.
	minut	godzina	minuta	minut	godzina	minuta		minut
Stanisław.	.	odjazd			9	40	rano	
Ciężów	53	10	33	5	10	38	„	51
Bednarów	35	11	13	2	11	15	„	33
Kałusz	38	11	53	15	12	8	południe	35
Krechowic.	38	12	46	5	12	51		35
Dolina	44	1	35	20	1	55	po południ.	42
Bolechów	30	2	25	15	2	40	„	29
Morszyn	27	3	7	3	3	10	„	23
Stryj	34	3	44	60	4	44	„	32
Uhersko	18	5	2	1	5	3	„	17
Wolica	19	5	22	3	5	25	„	18
Mikołajów	34	5	59	15	6	14	wieczór	32
Szczerzec	43	6	57	15	7	12	„	41
Glinna	36	7	48	5	7	53	„	34
Lwów	46	8	39	przyjazd				44
razem	8^h 15			2^h 42				466

tutaj mamy:

czas jazdy	8^h 15^m
przestanki	2^h 42^m
razem	10^h 57^m

Jazda ze Stanisławowa do Lwowa, trwa więc w całości 10 godzin 57 minut, ponieważ pociąg numer 2 odchodzi ze Stanisławowa o 9^h 40^m, więc przybyć musi do Lwowa o 9^h 40^m + 10^h 57^m = 20^h 37^m czyli o 8^h 37^m wieczór, jak to w samej rzeczy plan jazdy wykazuje.

Sądzićby więc można, ze rozkład jazdy pociągów numer 1 i 2, ponieważ odpowiada warunkom, dobrym być musi.

Przyglądnąwszy się jednak bliżej, przekonujemy się, że plan ów jest niemożebnym, gdyż między *Bolechowem* a *Doliną* zdybują się pociągi na linii otwartej, co być nie może, gdyż kolej Arcyksięcia Albrechta, jest koleją jednotorową.

Pociąg numer 1 odchodzi bowiem z Bolechowa w kierunku do Doliny o godzinie 2^h 9^m po południu, a przybywa do Doliny o godzinie 2^h 49^m. Pociąg zaś numer 2, wychodząć z Doliny o 1^h 55^m, przybywa do Bolechowa o godzinie 2^h 25^m, a więc 2^h 25 — 2^h 9 = 19^m po wyjeździe pociągu numer 1 z Bolechowa. Obydwa pociągi spotykają się więc w pobliżu stacyi Bolechowa!

Widzimy więc, że rozkład jazdy nie może w żaden sposób pozostać jak jest, że go więc dla jednego z obydwóch pociągów, koniecznie zmienić wypada. Dla którego zaś nastąpić ma zmiana, zależy od okoliczności. Przypuśćmy że zmieniamy plan jazdy pociągu numer 2, to widzimy już, że pociąg numer 2 przybyć może do Bolechowa najwcześniej minutę przed wyjazdem pociągu numer 1, a więc o godzinie 2^h 9^m — 1^m = 2^h 8^m.

Przyjmując przyjazd powyższy pociągu numer 2 do Bolechowa, wypadnie plan jazdy dla tegoż pociągu, tak jak to wykazuje następująca tabliczka, w której zaczęto rachować plan od stacyi Bolechowa, dodając w kierunku do Lwowa, ujmując zaś, w kierunku do Stanisławowa.

Pociąg mięszany Nr. 2.
ze *Stanisławowa* do *Lwowa*

Stacye	czas jaz. normal. minut	przyjazd godzina	przyjazd minuta	przestanek minut	odjazd godzina	odjazd minuta	pora dnia	możebn. najkrót. czas jaz. minut
Stanisław.	.	odjazd			9	23	rano	
Ciężów	53	10	16	3	10	19	„	51
Bednarów	35	10	54	4	10	58	„	33
Kałusz	38	36	36	15	11	51	„	35
Krechowic.	38	12	29	5	12	34	po południ.	35
Dolina	44	1	18	20	1	38	„	42
Bolechów	30	2	8	15	2	23	„	29
Morszyn	27	2	50	3	2	53	„	23
Stryj	34	3	27	78	4	45	„	32
Uhersko	18	5	3	1	5	4	„	17
Wolica	19	5	23	3	5	26	„	18
Mikołajów	34	6	—	15	6	15	wieczór	32
Szczerzec	43	6	58	15	7	13	„	41
Glinna	36	7	49	5	7	54		34
Lwów	46	8	40	przyjazd				44
Suma	8^h 15			3^h 2	.	.		466

mamy więc:

czas jazdy	8^h 15^m
przestanki	3^h 2
razem	11^h 17^m

Pociąg odjeżdzający ze Stanisławowa o godzinie 9^h 23, przybyć musi do Lwowa o godzinie 9^h 23^m + 11^h 17^m = 20^h 40^m czyli 8^h 40 minut. Pociąg ten odpowiada dosyć dobrze warunkom, wychodzi bowiem ze Stanisławowa 43 minut po przybyciu pociągu z Rumunii, przybywa do Stryja 33 minut przed przybyciem pociągu z Węgier, a co ważniejsza 63 minut przed odejściem tegoż pociągu do Węgier, odchodzi ze Stryja 45 minut po przybyciu pociągu z Węgier, i przybywa nareszcie do Lwowa prawie o tym samym czasie co pierwej.

Tabliczka powyższa, powstała zaś w sposób następujący.

Ponieważ pociąg numer 2 przybyć musi do Bolechowa minutę przed odjazdem pociągu numer 1, a więc o 2^h 8, a pozostaje w Bolechowie 15 minut, więc odejdzie ztamtąd o 2^h 23, ponieważ jedzie do Morszyna 27 minut, więc przybędzie tam o 2^h 50, stojąc 3 minut, odjeżdza o 2^h 53, a jadąc do Stryja 34 minut, przybywa tam o 3^h 27^m. Tutaj pozostać musi przynajmniej 45 minut, po przybyciu pociągu z Węgier, gdyż tyleż czasu do manipulacyi potrzeba, ponieważ pociąg z Węgier przybywa do Stryja o 4^h więc odjeżdżać może pociąg nasz, do Lwowa najwcześniej o 4^h 45^m. Część planu jazdy, a mianowicie kawałek z Bolechowa do Stanisławowa obliczamy zaś w sposób następujący.

Ponieważ pociąg numer 2 przybył do Bolechowa o 2^h, 8^m, jazda zaś z Doliny do Bolechowa trwa 30 minut, więc wyjść musiał z Doliny przed 30 minutami, wyjechał więc o 1^h 8^m — 30^m = 1^h 38^m. Ponieważ w Dolinie stać ma 20 miuut, więc przybyć musial do Doliny przed 20 minutami, t. j. o godzinie 1^h 38^m — 20^m = 1^h 18^m. Ponieważ jazda z Krechowic do Doliny trwa 44 minut, więc wyjść musiał pociąg z Krechowic o 1^h 18^m — 44^m = 12^h 34^m, ponieważ w Krechowicach stać ma 5 minut, więc przybył do Krechowic o godzinie 12^h 34^m — 5^m = 12^h 29^m i t. p.

Podług poprawionego planu jazdy, spotykają się więc pociągi numer 1 i 2 w *Bolechowie*, ażeby zaś maszynista prowadząc pociąg, wiedział z jakiemi pociągami, i w których stacyach się zdybie, umieścić trzeba w każdym planie jazdy, kolumnę w której uwidocznia się te pociągi, z któremi podług planu, pociąg, na stacyi zdybać się winien.

56.

Wykreślanie rozkładu jazdy.

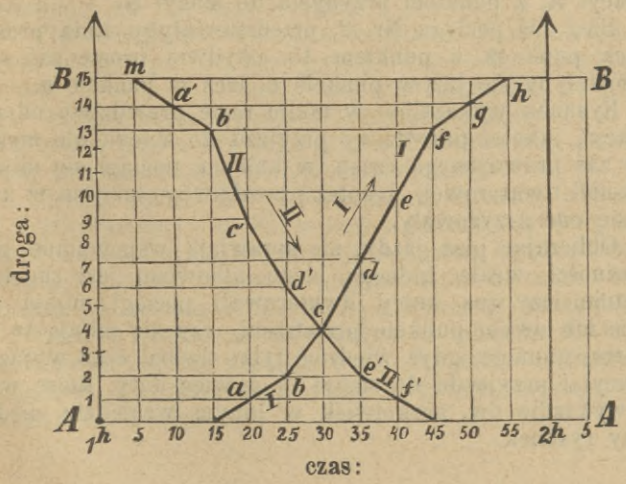
W sposób opisany w § 52 obliczać można plan jazdy jedynie w takim razie, skoro się rozchodzi o ruch kilku tylko pociągów kursujących na linii równocześnie. Mamy zaś obliczać, nie kilka, lecz kilkanaście, a na większych kolejach, kilkadziesiąt pociągów, które się doganiają, prześcigują, lub mijają, to w takim razie, obliczanie podobne, do celu nie prowadzi, albowiem niedozwala poglądu na całość. W takich razach jest *wykreślne przedstawienie*, biegu każdego pojedynczego pociągu, rzeczą konieczną, bo dopiero gdy się ma wszystkie pociągi *przedstawione naocznie na jednej karcie*, dopiero wtedy uzyskuje się pogląd, który daje pewność, konieczną do wypracowywania planu jazdy.

Ruch pociągów przedstawić zaś można *wykreślnie*, w sposób następujący:

We wozie biegnącego pociągu, znajduje się zegar, jakoteż przyrząd umożliwiający w każdej chwili, odczytanie długości drogi, którą pociąg przebiegł, począwszy od swego wyjazdu, aż do danej chwili. Co 5 minut notujemy drogę, którą pociąg w ciągu tego czasu przebiegł, odczyty zaś, odnoszące się do dwóch pociągów, zawiera następująca tabliczka.

Pociąg Nr.			
I		II	
wyszedł ze stacyi			
A		A	
o godzinie			
1^h 15^m		1^h 4^m	
i znajduje się			
o godzinie	w oddaleniu od stacyi A, kilometrów:	o godzinie	w oddaleniu od stacyi B, kilometrów:
1^h — 20^m	1	1^h — 10	1
25	2	15	2
30	4	20	6
35	7	25	9
40	10	30	11
45	13	35	13
50	14	40	14
1^h — 55	15	1^h — 45	15

Odcinając na poziomej rzędnej układu prostokątnego, czasy odpowiadające 5 minutom, i rysując tym odcinkom odpowiadające piony, przedstawiające drogi w kilometrach; otrzymujemy figurę 52:



linia **a b c d....h**, przedstawia bieg pociągu Nr. 1 idącego w kierunku strzałki I ze stacyi **A** ku stacyi **B**, linia zaś a^1 b^1 **c** c^1.... przedstawia bieg pociągu Nr. II, idącego w kierunku strzałki II od stacyi **B** do stacyi **A**.

Okoliczność, że linie przedstawiające bieg pociągu nie są proste, lecz łamane, świadczy, że bieg pociągów nie był jednostajnym.

Z wykreślnego przedstawienia widzimy na pierwszy rzut oka, że obydwa pociągi mijają się między stacyami **A** i **B** w odległości 4 kilometrów od stacyi **A** a 11 kilometrów od stacyi **B**, jakoteż że się mijają o godzinie 1^h 30^m. Między 15 kilometrów od siebie oddalonemi stacyami **A** i **B**, ustawiono w odległościach (licząc od stacyi **A** w kierunku ku stacyi **B**) 4, 9, 13 kilometrów, trzy strażnice, które niechaj otrzymują numera 4, 9, 13. Widzimy, że obydwa pociągi mijają się o godzinie 1^h 30^m, przy strażnicy numer 4; w strażnicy Nr. 9, zjawia się pierwej, (bo o godzinie 1^h 20^m) pociąg Nr. 2 idący z **B** do **A**, później zaś, (bo między godziną 1^h 35^m i 1^h 40^m), pociąg Nr. II idący z **A** do **B**. Do strażnicy Nr. 13 przybywa pociąg N. II o godzinie 1^h 15^m, pociąg Nr. I, o godzinie 1^h 45^m, a więc $^1/_2$ godziny później.

Gdyby kolej była jednotorową, to rozumie się samo przez się że pociągi na otwartej linii mijaćby się nie mogły, gdyż biegną po jednym i tym samym torze.

Gdyby pociągi biegły podczas całej drogi jednako szybko, to linie przedstawiające ich bieg, musiałyby być liniami prostemi, w takim razie bieg pociągu Nr. I przedstawiałaby prosta łącząca ze sobą punkta 15 i **h**, t. j. punkt wyjazdu ze stacyi **A**, z punktem przybycia do stacyi **B**.

Bieg zaś pociągu Nr. 2, przedstawiałyby linia prosta, łącząca punk **m**, z punktem 45, obydwie proste zaś, nie krzyżowałyby się już w punkcie **c**, lecz w punkcie **o**.

Rysunek wykazałby w takim razie prawdziwy odjazd ze stacyi, jakoteż prawdziwy przyjazd do stacyi, nie wykazałby zaś prawdziwego czasu, w którym pociągi się mijają (na koleji dwutorowej), jakoteż prawdziwego miejsca w którym się one krzyżowały.

Obliczając plan jazdy, nie sprawiają wspomniane niedokładności wcale żadnego błędu, albowiem jest zupełnie obojętnie, czy (na koleji dwutorowej) pociągi mijają się w tym lub owym punkcie przestrzeni, czy się mijają w tej lub owej minucie, gdyż wiedzieć tylko trzeba, czas wyjazdu ze stacyi i przyjazdu do stacyi — a więc daty, które właśnie wykazuje ów, aczkolwiek w innym względzie niedokładny rysunek.

Ponieważ więc, wykreślając bieg pociągów liniami prostemi, otrzymujemy dla obliczania planu jazdy, potrzebne daty z wszelką dokładnością, więc wystarczy, przedstawiać linię pociągów liniami prostemi, otrzymanemi połączeniem punktu wyjazdu z jednej, z punktem przybycia do drugiej stacyi.

Każda stacya, ma na dobę 24 godzin czasu, do przyjmowania i ekspediowania pociągów. Przedstawimy czas ten pod postacią linii prostej i poziomej, a podzielimy ją na 24 równych części. to przedstawia każda przedziałka, czas jednej godziny. Jeżeli w tych samych oddaleniach w jakich się znajdują od siebie, po sobie następujące stacye kolejowe, pociągniemy linie poziome, to odstępy tych linii od siebie, przedstawiać będą wiernie przestrzenie, dzielące owe stacye od siebie. Tak np. przedstawia pierwsza linia pozioma figury 53 stacyę *Kraków*, druga stacyę *Bierzanów*, 9ta stacyę *Tarnów*, ostatnia zaś, stacyę *Dębice*.

Skoro każdą godzinę podzielimy n. p. na 5 części, to przedstawiać będzie każda pojedyncza przedziałka, czas $\frac{60}{5} = 12$ minut, przeciągniemy linie pionowe przedstawiające czas, to otrzymamy obraz, w którym linie poziome przedstawiają po sobie następujące stacye, linie pionowe zaś, okresy, obejmujące po 12 minut czasu. Wypracowywując plan jazdy, nie dzieli się jednak, jak tutaj dla braku miejsca się stało, godzinę na 5, lecz dzieli się ją na 12 części, tak więc, że na planie rzeczywistym, odstęp dwóch sąsiednich linii pionowych przestawia, okres czasu obejmujący nie 12, lecz 5 minut.

Pierwsza pionowa stojąca we figurze 53 na lewo, przedstawia północ, po niej następują pionowe odpowiadające godzinom 1, 2,.. po północy, dalej 12 w południe, znajdująca się w środku obrazu, po niej następują godziny 1, 2, 3 po południu, a idąc z lewej ku prawicy, kończy się obraz pionową, przedstawiającą północ dnia drugiego.

Pociąg numer II wychodzący z *Krakowa* o godzinie 12, a przybywający do *Bierzanowa* o godzinie $12^h\ 24^m$, przedstawić się daje w takim razie linią prostą łączącą czas odjazdu z Krakowa, z czasem przyjazdu do Bierzanowa. Zatrzymuje się pociąg w Bierzanowie 22 minut, odchodzi więc o 12^h 44 a przybywa do *Podłęża* o godzinie $1^h\ 12^m$, to przedstawia ukośna, łącząca punkt wyjazdu z Bierzanowa z punktem przyjazdu do Podłęża, bieg tegoż pociągu z Bierzanowa do Podłęża.

Pociągi idące w kierunku z Krakowa ku Lwowu, przedstawić przeto można linią przerywaną, idącą od lewicy ku prawicy, nachyloną do poziomu pod kątem ostrym, podczas gdy pociągi idące w kierunku wstecznym, nachylają się do poziomu odwrotnie, t. j. pod kątem rozwartym, a kierunek ich nie idzie już z góry na dół, lecz ukośnie, z dołu do góry.

Pociągi, biegnące w jednakim kierunku jednako szybko, przedstawia się pod postacią linii ukośnych, do siebie *równoległych*.

Im pociąg biegnie spieszniej, tem wcześniej przybędzie do stacyi sąsiedniej, a różnica między odjazdem z jednej, a przyjazdem do drugiej stacyi, będzie mniejszą, co sprawi, że linia łącząca punkt odjazdu z jednej stacyi, z punktem przyjazdu do stacyi następnej, stać będzie prościej.

Im więcej linie ukośne nachylają się do poziomu, tem szybciej pociąg biegnie, a stopień nachylenia, zdradza szybkość ruchu.

Pociągi, których bieg rozpościera się na okres czasu przed północą i po północy, przedstawiać trzeba liniami ukośnemi, które przecinają linię północy.

Tak n. p. wychodzi pociąg numer 15 ze Słotwiny o godzinie 11^h 50^m a więc przed północą, i przybywa do Biadolin o godzinie 12^h 18^m, a więc po północy, dlatego też przenosi się dokończenie linii ukośnej z prawej strony obrazu, na stronę lewą, w sposób uwidoczniony we figurze.

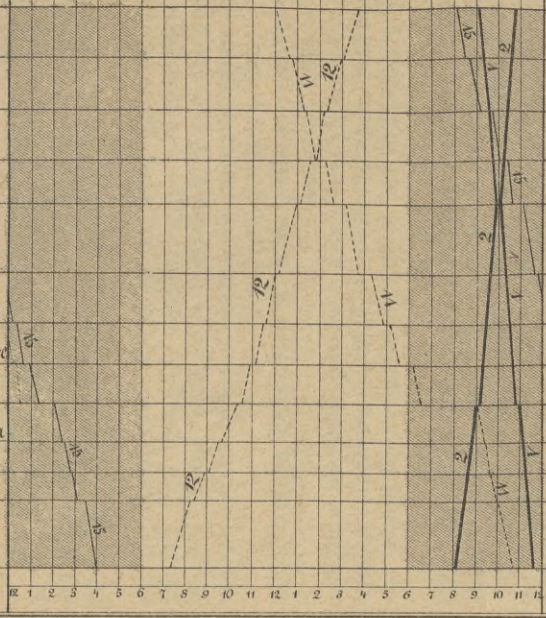
Z przedstawienia wykreślonego powziąść można rzutem oka, w których miejscach pociągi kursujące na linii, w danej chwili się znajdują, kiedy, i do której stacyi przychodzą, jakoteż kiedy i dokąd odchodzą.

Biorąc na uwagę linię *poziomą* przedstawiającą stacyę Tarnów, obaczymy, że pierwszy pociąg przychodzący do Tarnowa, jest to pociąg ciężarowy numer 15, przybywający o godzinie 1^h 36^m po północy, pociąg ten, wychodzi z Tarnowa o 2^h 10^m; później nadchodzi z *Dębicy* pociąg wojskowy numer 12, przybywając o godzinie 10^h 12^m przed południem, odchodząc o godzinie 10^h 24^m, po nim przybywa z *Krakowa* wojskowy pociąg numer 11 o godzinie 6^h 48^m, wieczór, odchodzi dopiero o 9^h 3^m wieczór, przed odejściem jego, przychodzi z *Dębicy* pospieszny pociąg numer 2 o godzinie 8^h 58^m wieczór, i odchodzi do *Krakowa* o godzinie 9^h 6^m, dalej przybywa z *Krakowa* pociąg pospieszny numer 1, o godzinie 10^h 36^m wieczór, i odchodzi ztamtąd o godzinie 10^h 48^m wieczór.

Fig. 53.

Wykryślne przedstawienie rozkładu jazdy.

Stacyę dla wody	Odległość od stacyi poprzedniej	Odległość od Kraków w Km		Jadąc z Krakowa: Maxym. wzniesienie	Maxym. spadek ‰	Profil podłużny mtr. 100	150	200	250
			Kraków						
W	8.4	8.4	Bierzanów	2	5	197			
W	9.9	18.3	Podłęże	0	0.7	192			
	9.8	28.1	Kłaj	3.3	0.2	202			
W	9.9	38.0	Bochnia	0.7	3.0	195			
W	12.9	50.9	Słotwina	3.0	0	209			
	9.5	60.4	Biadoliny	0.8	2	203			
	9.5	69.9	Bogumilowice	0.8	2.7	188			
W	7.5	77.4	Tarnów	4.0	0	196			
	8.0	85.4	Wola rzędzińska	4.0	0	224			
	6.5	91.9	Walki	0	1.7	212			
W	6.9	98.8	Czarna	0	1.7	201			
W	11.8	110.6	Dębica	0	2	188			



Oznaczenie: ——— Pociąg pospieszny. - - - - - Pociąg wojskowy. ——— Pociąg towarowy.

Biorąc zaś pod uwagę jaką bądź linię *pionową*, n. p. linię przedstawiającą godzinę 9 wieczór, to uwidocznia każde przecięcie się linii ukośnej z tym pionem, część drogi między dwoma sąsiedniemi stacyami, w której pociąg się znajduje w chwili, gdy bije godzina dziewiąta.

Tak n. p. widzimy, że o godzinie 9 wieczór, wychodzi z *Krakowa* pospieszny pociąg numer 1, pociąg numer 15 znajduje się między *Bierzanowem* a *Podłężem*, pospieszny pociąg numer 2 stoji właśnie w *Tarnowie*, gdzie się zdybuje z pociągiem numer 11 przybyłym z *Krakowa*.

Grafikon taki, wykazuje także wszystkie *krzyżowania się pociągów*, tak n. p. widzimy, że w stacyi *Kłaj* zdybują się następujące pociągi. Pociągi numer 11 i 12 około godziny 2 po południu, o godzinie dziesiątej przejeżdza stacyę pociąg pospieszny numer 1, nie zatrzymując się wcale, zdybując tam pociąg ciężarowy numer 15.

Dla łatwiejszego przeglądu, rysuje się zazwyczaj na wykreślnem przedstawieniu planu jazdy, także i profil podłużny linii i wymienia się oprócz tego, maxymalne spadki i wzniesienia, jakoteż najmniejszy promień jakim łuki zatoczano.

Dalej uwidocznia się w każdej pogranicznej stacyi, odjazd i przyjazd ważniejszych pociągów sąsiedniej koleji. Zapiski takie umożliwiają łatwy i prędki przegląd zbiegających się ze sobą pociągów.

W Krakowie zbiegają się n. p. dwie drogi żelazne, kolej Północna i kolej Karola Ludwika.

Rzymskiemi liczbami oznaczone pociągi, przedstawiają pociągi osobowe koleji północnej, z których pociąg I przybywa do *Krakowa* o 7^h 42^m wieczór, podczas gdy pociąg Nr. II odchodzi z *Krakowa* do Wiednia, o godzinie 12^h 6^m w nocy.

Podróżni przybywający z *Wiednia* pociągiem Nr. I do *Krakowa*, jechać mogą ku *Lwowu* pociągiem 1, podróżni zaś którzy ze Lwowa przybywają do Krakowa pociągiem Nr. 2 wyjeżdżać mogą w kierunku do Wiednia, pociągiem II.

Ażeby na pierwszy rzut oka odróżnić rozmaite kategorye pociągów, uwidocznia się zwykle pociągi pospieszne linią grubą, osobowe cienką, mięszane linią podwójną, ciężarowe stryszkami, wojskowe linią punktowaną i t. p.

57.

Wyposażenie rozkładu jazdy.

Wykreślne przedstawienie rozkładu jazdy jest konieczne, skoro chodzi o *wypracowanie* szczegółowe lub też o *przegląd ogólny*, przestaje jednak być wygodnem dla maszynisty prowadzącego pociąg, dla biur rachunkowych i t. p.

Dlatego też daje się stacyom oprócz *grafikonu*, także jeszcze i *książeczkę*, zawierającą nie tylko wszystko to, co w grafikonie widzieć można, ale nadto także i ważniejsze przepisy ruchu lub inne szczegóły tyczące się jazdy. — Książeczka przedstawia niejako text, podczas gdy grafikon jako tablicę, uważać wypada.

Rozkład jazdy wypracowany w porozumieniu z kolejami sąsiedniemi i urzędem pocztowym, przedkłada się w Austryi do zatwierdzenia generalnej inspekcyi w Wiedniu. Po zatwierdzeniu, ogłasza się część, tyczącą się przewozu osób na 14 dni przed wprowadzeniem w życie, osobnemi plakatami. Stacye kolejowe otrzymać winne tak książeczki jakoteż i grafikony, kilka dni przed wprowadzeniem w życie nowego planu jazdy.

Co się tyczy wyposażenia planu jazdy, przepisuje dla Austryi ustawa, że rozkład jazdy obejmować winien:

1.) wykreślne przedstawienie planu jazdy wszystkich pociągów, czyli tak zwany grafikon.

2.) Wypis, jazdy dla każdego pociągu z osobna, który to wypis uwidocznia dla jednego pociągu następująca tabliczka:

Pociąg pospieszny Nr. 2 w randze drugiej idący ze *Suczawy* do *Kołomyji* (chyżość jazdy 40 kilometrów na godzinę.)

Stacye	Odległość w kilometrach		czas jazdy normalny	przyjazd		przestanek	odjazd		natrafia na pociąg Nr.	możebnie najkrótszy czas jazdy
	od stacyi poprzedz.	od stacyi początko.	min.	godzina	minuta	minu.	godzina	minuta		minut
Suczawa				południe		12	35		27	
Hatna	8·16	8·15	12	12	47		12	47		11
Mileszowce	9·60	17·76	13	1			1		13	12
Istensegiets	5·83	23·59	9	1	9		1	9		8
Hadikfalwa	6·50	30·09	10	1	19	1	1	20		9
Ruda	8 28	38·37	13	1	33		1	33		11
Czczepkow.	10·55	48·92	16	1	49		1	49	28 — 3	15
Hliboka	6·52	55·64	10	1	59	3	2	2	19	10
Kuczurmare	14·73	70 37	26	2	28	2	2	30	1	24
Czerniowce	19·33	89·71	21	3	1	15	3	16	17—26	28
Sadogóra	1·68	91·39	3	3	19		3	19		2
Lużany	12·51	103 90	18	3	37		3	37	25	17
Niepołokow.	9·71	113·61	14	3	51		3	51		13
Sniatyn	11 35	124·96	16	4	7	3	4	10	7	15
Zabłotów	15·96	140·92	24	4	34		4	34	21	22
Kołomyja	19·44	160·36	29	5	3	wieczór			23—24	27
		razem	4^h 4			24				224

czas jazdy . . . . 4^h 4^m
przestanki . . . . „ 24^m
razem 4^h 28^m

Dobieg pociągów: w Suczawie z pospiesznym pociągiem numer 2, przychodzącym z Rumunii.

Uwaga: W skład pociągu wchodzą wozy osobowe tylko I i II klasy.

3) Tabliczkę uwidoczniającą porządek numerowania pociągów, i rangę każdego z nich.

4) Tablicę obciążania maszyn.
4) Wykaz ilości maszyn, tenderów i wozów, jakoteż ich numera, ciężary i kategorie.
6) Tabliczkę tych ciężarów, jakie przyjęto dla przedmiotów, które się zazwyczaj nie waży, a których ciężar przecież uwzględnić trzeba, chcąc obliczać obciążenie lokomotyw, jak n. p. ciężar żołnierza, pojazdu, wołu trupa i t. p.
7) Tablicę uwidoczniającą dla każdego pociągu maxymalną chyżość jazdy, nie mniej chyżość, jaką pociąg poruszać się może, gdy lokomotywa nie stoji na jego czele, lecz posuwa go z tyłu.
8) wykaz ilości hamulców znachodzić mających przy pociągach.
9) Spis wszystkich miejsc na koleji żelaznej, które przebywać można zwolnioną tylko jazdą, jakoteż wymiar zwolnienia chyżości.
10) Tabliczkę przedstawiającą strategiczną wartość koleji.

58.

Ilość pociągów kursować mogących na danej koleji w ciągu doby.

Na kolejach dwutorowych, nie kursują pociągi zawsze po jednym i tym samym torze, lecz każdy kierunek jazdy, ma swój odrębny tor dla siebie. Jeden tor służy dla pociągów idących w jednym, drugi, dla pociągów idących w kierunku drugim.

Wynika ztąd, że mając do dyspozycyi kolej *dwutorową*, wysyłać można z każdej stacyi pociąg, nieczekając wcale przybycia pociągu ze stacyi sąsiedniej. Na kolejach takich, nie ma więc obawy, aby pociągi idące naprzeciw siebie, ze sobą się zderzały, gdyż każdy z nich, na innym torze idzie.

Rzecz się zaś zmienia, skoro chodzi o prowadzenie ruchu na koleji *jednotorowej*, na koleji takiej, jadą pociągi tak w jednę jak i w drugą stronę, zawsze po *jednym i tym samym torze*, wyjazd ze stacyi, zawisłym jest przeto od przyjazdu do niej, pociągu oczekiwanego.

Widzimy więc, że na koleji dwutorowej, kursować może na dobę daleko więcej pociągów, a niżeli na koleji jednotorowej. Ile zaś pociągów na jednotorowej koleji kursować może, oblicza się w sposób następujący:

Podług ustawy nadanej kolejom austryjackim, winien być ruch pociągów następujących po sobie, prowadzony w ten sposób, aby pociąg idący wprzód, przybywał zawsze do sąsiedniej stacyi, przynajmniej 5 minut przed pociągiem, idącym za nim. Gdyby obydwa pociągi biegnące po sobie w jednym kierunku, biegły jednako szybko, to wysłaćby można pociąg następujący, 5 minut za pociągiem pierwszym, który to czas skrócićby można, gdyby pociąg wysłany wprzód, miał być spieszniejszym od pociągu następującego. Ustawa przepisuje, że równospieszne pociągi nie śmią następować po sobie wcześniej, jak w czasie 10 minut, pociąg spieszniejszy, wyjść może 5 minut przed następującym, skoro reguluje się jazdę tak, aby przybył do sąsiedniej stacyi 5 minut przed pociągiem następującym.

Biegnie zaś następujący pociąg spieszniej, to w takim razie zależeć będzie odstęp czasu w którym pociąg wysłać można za pociągiem poprzednim, od czasu potrzebnego do przebycia przestrzeni dzielącej od siebie dwie stacye sąsiednie. Potrzebuje pociąg wysłany wprzód, do przebycia drogi **A B** leżącej między stacyami **A** i **B**, 50 minut, podczas gdy pociąg następujący, przebiega tę samą przestrzeń, w czasie 30 minut, a wysłanoby pociąg późniejszy 10 minut po wyjeździe pociągu pierwszego, to pociąg drugi, najechałby na pociąg pierwszy, zanim jeszcze tenże do stacyi zdążyć zdołał.

Wyjeżdża bowiem pociąg pierwszy, o 12 godzinie ze stacyi **A**, to przybywa do stacyi **B** o godzinie $12^h\ 50^m$, pociąg drugi wysłany ze stacyi **A**, 10 minut po odjeździe pierwszego, opuszcza tę stacyę o godzinie $12^h\ 10^m$, i przybyć już mógł do stacyi **B**, o godzinie $12^h\ 40^m$ a więc 10^m przed możliwym przyjazdem pociągu wysłanego w przód, zkąd wynika, że pociąg drugi, aczkolwiek wyszedł 10 minut później, dopędzi poprzednika swego w drodze.

Wyjeżdza pociąg idący w przód, ze stacyi **A** o jakiejś godzinie i minut **m**, a potrzebuje do przebycia przestrzeni **A B**, **t** minut czasu, to przybędzie do stacyi **B** o tej samej godzinie plus $(m + t)$ minut. Pociąg drugi, biegnąc spieszniej, potrzebuje do przebycia tej samej przestrzeni już tylko czasu t_1 minut, a będzie

$$t_1 < t$$

a ponieważ najwcześniej przybyć może do stacyi **B**, 5 minut po przybyciu pociągu pierwszego, więc przyjedzie o czasie

$$(m + t + 5)$$

minut, wyjechać przeto musiał ze stacyi **A**, o t_1 minut wcześniej t. j. w czasie:

$$(m + t + 5) - t_1 = (5 + m + t - t_1)$$

minut, podczas gdy odjazd pierwszego pociągu z tejże samej stacyi, odbył się w czasie **m** minut. Różnica czasu między odjazdem pociągu pierwszego i odjazdem drugiego, wynosi przeto:

$$(5 + m + t - t_1) - m = (5 + t - t_1)$$

minut. Nazwiemy dla krótkości różnicę czasów jakich potrzebują pociągi następujące po sobie, do przejazdu jednej i tej samej przestrzeni, Δ minut, to mamy:

$$\Delta = (t - t_1)$$

Okres czasu, leżący między wyjazdem ze stacyi dwóch w jednym i tym samym kierunku po sobie wysłanych pociągów, wynosi przeto:

$$u = (5 + \Delta) \qquad 76)$$

minut. Tutaj wyraża:

u... czas, leżący między wyjazdem dwóch w jednym kierunku ze stacyi po sobie wysłanych pociągów, mierzony w minutach

Δ... różnicę w czasach, potrzebnych do przejazdu przestrzeni rozdzielającej dwie sąsiednie stacye od siebie, mierzoną w minutach.

Wysłano ze stacyi **A** w kierunku ku stacyi **B**, pociąg potrzebujący do przebycia całej przestrzeni **A B**, czasu 50 minut, to wysłać można za nim, pociąg potrzebujący do przebycia tej samej drogi, czasu 30 minut, dopiero po upływie

$$5 + (50 - 40) = 25$$

minut. Wysłano pierwszy pociąg o godzinie 12, to wysłać można drugi pociąg, najwcześniej o godzinie $12^h\ 25^m$. Pociąg ten, przybędzie do stacyi **A**, 30 minut po wyjściu ze stacyi **B**, a więc o godzinie $12^h + (25 + 30^m) = 12^h\ 55^m$, t. j. 5 minut po przybyciu pociągu pierwszego, jak być powinno.

Biegną po sobie następujące pociągi jednako spiesznie, to wynosi $\Delta = o$, będzie przeto: $u = 5$, co znaczy, że jednako spieszne pociągi wysyłać można w ustępach 5 minutowych po sobie, na co jednak, jak już wspomniano, w Austryi, ustawa nie zezwala.

Ilość pociągów mogących kursować w czasie doby w jednym kierunku, zależeć będzie od wielkości czasu **u**, im prędzej bowiem wysyłać mogę jeden pociąg za drugim, tem więcej ich na dobę wyexpediuję. Ponieważ okres **u** zawisłym jest tak od szybkości jazdy, jakoteż od odległości dwóch sąsiednich stacyj od siebie, więc też i ilość na dobę kursować mogących pociągów, zawisłą będzie, tak od chyżości jazdy, jakoteż od przestrzeń rozdzielających stacye od siebie. Mając zaś maszyny dane, i wyzyskując ich siłę, zawisłą będzie ilość pociągów już tylko od oddalenia dwóch sąsiednich stacyj od siebie. Im bliżej siebie stacye leżą (na koleji jednotorowej), tem więcej pociągów na dobę kursować może.

Obliczanie możebnie największej ilości pociągów, które kursować mogą na koleji jednotorowej w ciągu doby, nabiera wartości w czasie transzportów wojska. W takich razach kursują tylko pociągi wojskowe, a ponieważ nie ma powodu, dlaczegoby jeden pociąg miał biedz spieszniej od drugiego t. j. dla czego jeden z nich, miałby być krótszym od drugiego, więc przyjąć można, że wszystkie biegną jednako spiesznie. W takim razie będzie $\Delta = o$, a przeto: $u = 5$ co znaczy, że pociągi wysyłać można 5 minut jeden za drugim.

Rozchodzi się o transzport wojska w Austryi, to okres ten wynosić winien najmniej 10 minut, dla bezpieczeństwa przedłuża go się czasami nawet do 15 minut, tak więc, że wysyłać można ze stacyi, w ciągu godziny, w jednym i tym samym kierunku tylko cztery pociągi.

Mając do dyspozycyi, kolej dwutorową, przybyć może w odwrotnym kierunku, również 4 pociągi, tak więc, że w ciągu godziny expediować można 8 pociagów, na dobę zaś, $24 \times 8 = 192$ pociągów.

Na koleji jednotorowej, zmieniają się stosunki zupełnie. Na kolejach takich, odczekiwać musi każdy pociąg, przyjazdu pociągu z tej stacyi, do której pociąg wyczekujący ma jechać, gdyż jeden i ten sam tor służy do jazdy pociągom kursującym w obydwóch kierunkach.

Wyjeżdza pociąg ze stacyi **A** o minucie **m**, a jechać musi **t** minut, zanim przybędzie do sąsiedniej stacyi **B**, to wjedzie do tej stacyi o czasie $(m + t)$ minut.

Ze stacyi **B**, wyjść przeto może pociąg ku stacyi **A**, dopiero po przyjściu owego pociągu, a to najwcześniej minutę po jego przyjściu, a więc o minucie $(m + t + 1)$, a gdy jedzie do stacyi **B**, t_1 minut, to przybędzie tam o minucie $m + t + 1 + t_1 = m + 1 + (t + t_1)$ minut.

Następny pociąg wyjść będzie mógł z A do B, minutę później, a więc o czasie $m + 1 + (t + t_1) + 1 = m + 2 + (t + t_1)$ minut.

Wyraża o, czas odjazdu ze stacyi A, pociągu pierwszego, o^1 zaś, odjazd pociągu następnego z tejże samej stacyi, to mamy:

$$o = m$$
$$o^1 = m + 2 + (t + t_1)$$

Różnica między odjazdem, obydwóch po sobie następujących pociągów, wynosi przeto:

$$u = (o_1 - o) = 2 + (t_1 + t)$$

wyrażając (dla krótkości) sumę czasów, które potrzebują pociągi idące naprzeciw siebie, do przebycia przestrzeni rozdzielającej dwie sąsiednie stacye, literą s. t. j. pisząc $s = (t_1 + t)$ otrzymujemy:

$$u = (2 + s) \qquad 77)$$

wzór, służący do obliczania okresu czasu, w jakim expediować można pociągi idące w jednym i tym samym kierunku na koleji jednotorowej.

Tutaj wyraża:

u... okres czasu, w minutach, jaki co najmniej zachować trzeba, expediując ze stacyi koleji jednotorowej, pociągi idące w jednym i tym samym kierunku

s... sumę czasów w minutach, których potrzebują na przeciw siebie idące pociągi, do przebycia przestrzeni leżącej między dwiema sąsiedniemi stacyami koleji jednotorowej.

Potrzebuje pociąg do jazdy z *Krakowa* do *Bierzanowa*, 24 minut, z *Bierzanowa* zaś do *Krakowa*, 26 minut, to niebędzie można expediować pociągów z Krakowa w kierunku do Bierzanowa, spieszniej jak

$$2 + (24 + 26) = 52$$

minut jeden po drugim. Albowiem pociąg expediowany z Krakowa, potrzebował do jazdy do Bierzanowa 24 minut, minutę po jego przybyciu, wyszedł pociąg ku Krakowu, potrzebujący do jazdy 26 minut, po przybyciu tegoż pociągu do Krakowa, wyjść dopiero może z Krakowa pociąg następny. Między obydwoma, z Krakowa wysłanemi pociągami, leży więc czas $24 + 1 + 26 = 52$ minut.

W ciągu u minut, gdzie u wyraża się wzorem podanym pod numerem 66, kursowały więc między dwiema sąsiedniemi stacyami dwa pociągi, jeden w jednym, drugi zaś w drugim kierunku. Ponieważ doba, czyli okres czasu 24 godzinowy, zawiera w sobie $24 \times 60 = 1440$ minut, a w okresie takim mieści się

$$\left(\frac{1440}{u}\right)$$

okresów, w których na linii jednotorowej kursować mogą dwa pociągi, więc kursować może na linii takiej, na dobę

$$2\left(\frac{1440}{u}\right) = \frac{2880}{u}$$

pociągów.

Wyraża n, ilość pociągów kursować mogących na dobę, to będzie, po wstawieniu wartości za u, podanej pod numerem 77:

$$n = \frac{2880}{2 + s} \qquad 78)$$

wzór służący, do obliczania możebnie największej ilości pociągów, jakie expediować można na koleji jednotorowej w ciągu doby.

Tutaj wyraża:

n... maxymalną ilość pociągów, expediować się dających na koleji jednotorowej w ciągu doby

s... sumę czasów w sekundach, potrzebnych do przebycia przestrzeni dzielącej dwie najwięcej od siebie odległe stacye, w kierunkach odwrotnych.

Na galicyjskiej koleji *Arcyksięcia Albrechta*, są od siebie najwięcej oddalone stacye: *Bednarów* i *Kałusz*, do przebycia tej, 14 kilomotrowej przestrzeni, potrzebuje pociąg idący w jednym kierunku, czasu 43, pociąg zaś idący w drugim kierunku, czasu: 37 minut, suma obydwóch czasów wynosi przeto: $s = 37 + 43 = 80$ minut, na koleji tej, kursować przeto może na dobę w najlepszym razie:

$$\frac{2880}{2 + 80} = 35$$

pociągów.

Rozumie się samo przez się, pociągów, które potrzebują do przejazdu linii *Kałusz-Bednarów*, tu i napowrót, 80 minut czasu. Gdyby na dobę utrzymać chciano w ruchu 36 pociągów, to musiałyby one poru-

szać się spieszniej, chyżość zaś ich ruchu, oznaczyć się daje w sposób następujący:

Stosunek czasów potrzebnych do przebycia owej przestrzeni w jednym i drugim kierunku wynosi:

$$\frac{37}{43} = 0{\cdot}86$$

Potrzebuje pociąg do przebycia linii w jednym kierunku, czasu x minut, to potrzebować będzie w drugim kierunku, czasu $\frac{x}{0{\cdot}86}$ minut; suma owych czasów jest więc $\left(\frac{x}{0.86} + x\right) = 2{\cdot}2\ x = s$, ze względu że być ma: $n = 36$, będzie (wzór numer 78)

$$36 = \frac{2880}{2{\cdot}2x + 2}$$

zkąd wypada: $x = 36$ minut jako czas, potrzebny do przebycia owej przestrzeni w jednym kierunku, do przebycia tej samej przestrzeni w drugim kierunku, potrzeba zaś czasu:

$$\frac{35}{0{\cdot}86} = 42$$

minut, suma obydwóch czasów wynosi przeto: $36 + 42 = 78$, w którym to razie wykazuje wzór podany pod numerem 78:

$$n = \frac{2880}{2 + 78} = 36$$

t. j. że w rzeczy samej, kursować może w takim razie 36 pociągów na dobę. W każdym kierunku więc, po 18 pociągów.

Gdyby kolej arcyksięcia Albrechta była koleją *dwutorową*, możnaby na niej expediować na dobę 192 pociągów, położenie drugiego toru, powiększa więc możność przewozu nie dwa, lecz $\frac{192}{36} = 5$ razy.

59.

Przejście z jednego rozkładu jazdy, na drugi.

Kolej zmieniająca dotychczasowy swój rozkład jazdy, zmuszoną jest, zaprowadzając nowy, wyrobić *przejście* z jednego planu na drugi.

Nowy plan jazdy, zaprowadza się bowiem z pewnym dniem, czyli raczej z pewną godziną. Jako chwilę przejścia, obiera się północ, gdyż z północą, zmienia się zarazem i datum.

Pociągi wypuszczone ze stacyi przed północą, nie zakończają bieg swój również przed północą lub właśnie o północy, lecz przekraczają tę godzinę, dobiegając do końcowych swych stacyj.

Pociąg numer 15 n. p. uwidoczniony w tabliczce § 56 figura 53 wychodzi z Krakowa o godzinie 8^h 12^m *wieczór*, i znajduje się o *północy* między *Słotwiną* a *Białodoliną*, i przybywa do końcowej swej stacyi — *Dębicy* — dopiero na drugi dzień o 4 godzinie *rano*.

Gdyby ów rozkład jazdy ważnym był do końca grudnia, tak więc, że dniem 1 stycznia, miałby wejść w życie plan nowy, to pociągi kursujące na dniu ostatniego grudnia, biedzby musiały do północy podług starego, od północy zaś, podług nowego planu jazdy.

Pospieszny pociąg numer 1, nie zmieniałby się w takim razie wcale, gdyż bieg swój zakończa przed północą, a więc jeszcze w grudniu. Pierwszego stycznia nie wychodziłby pociąg przeto już z Krakowa o 9^h wieczór podług starego planu, lecz o tej godzinie jaką dla niego przepisuje plan nowy. Dla pociągu tego, jest więc przejście zbędne, czyli właściwiej, dla niego przejścia wcale niema.

Pociąg zaś numer 15 biedz może na dniu ostatniego grudnia, tylko do *Słotwiny*, gdzie przybywa o godzinie 11^h 42^m w nocy, a więc 18 minut przed północą. Pociąg ten, trzeba więc w *Słotwinie* rozwiązać, i wszystkie stacye począwszy od *Biadolin*, a skończywszy na *Dębicy*, uwiadomić, że pierwszego stycznia, pociąg numer 15 kursować nie będzie. Nowy plan jazdy wykaże prawdopodobnie, że niedługo po dwunastej odchodzić ma ku *Dębicy* jakiś inny pociąg, który wyszedłszy z *Krakowa* przed 12 w nocy, przybywa do *Słotwiny* jeszcze przed północą.

W Słotwinie rozwiązany pociąg numer 15, iść przeto może na dniu pierwszego stycznia, ze *Słotwiny* ku *Dębicy* podług nowego planu, nadającego jeździe jego, numer 19. Mówiemy w takim razie, że pociąg numer 15 kursuje na dniu ostatniego grudnia tylko do *Słotwiny*, wychodząc na dniu pierwszego stycznia jako pociąg numer 19, podług którym numerem i nadal już kursować będzie.

Podobne obliczania, robić trzeba przy każdej zmianie porządku jazdy, dla wszystkich tych pociągów, które w biegu swym, linię północy przecinają, bez względu na to, czy pociąg zastaje północ w stacyi, lub też na drodze między dwiema stacyami.

Plan przejścia wyrobić się daje pojedynczo w ten sposób, że się rysuje na linii przedstawiającej północ, lub właściwiej między liniami 11 przed północą i 1 po północy, dla wszystkich stacyi *obydwa* plany.

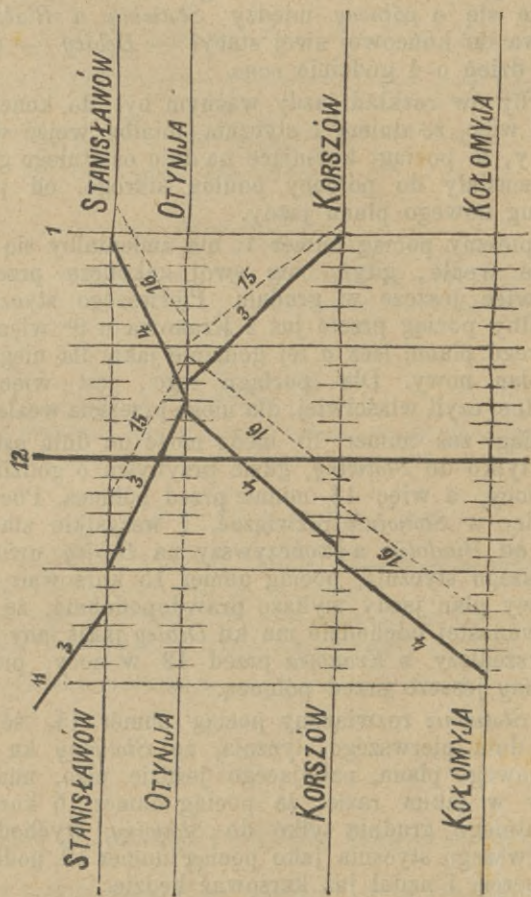


Fig. 54.

Figura 54 uwidocznia dwa plany jazdy na galicyjskiej kolej *Lwowsko-Czerniowieckiej*, dla stacyi; *Stanisławów*, *Otynija*, *Korszów* i *Kołomyja*.

Plan dotychczasowy wyciągnięto liniami pełnemi, plan zaś przyszły, przedstawiono liniami stryszkowanemi. Pociąg numer 3, przybywający do *Stanisławowa* ostatniego grudnia, nie odchodzi już o godzinie 11^h 30^m do *Otynii*, lecz wychodzi później, a mianowicie o godzinie 11^h 50^m, i nie idzie podług dawnego planu numer 3, lecz podług nowego planu numer 15. Pociąg Nr. 4 przychodzący podług starego planu do *Korszowa* o godzinie 11^h 34^m przed północą, nie odchodzi już do *Otynii* o godzinie 11^h 36^m, lecz czeka tutaj aż do godziny 11^h 55^m w której to chwili wychodzi do *Otynii* podług nowego planu, uwidocznionego pod numerem 16.

Ażeby zaś wszystkie stacye wiedziały w jaki sposób pociągi kursujące przed północą, przechodzą ostatniego grudnia w plan nowy, zaczynający się od północy ostatniego grudnia na pierwszy styczeń, wydaje się im z nowym rozkładem jazdy, równocześnie także i *plan przejścia*.

SPROSTOWANIE WAŻNIEJSZYCH BŁĘDÓW.

Str.:	wiersz z góry:	wiersz z dołu:	zamiast:	czytaj:
67	—	3	na spadku 16‰	na spadku 15‰
68	8	—	— 10·23	— 10·28
128	8	—	Poniżej	Później.