

czyć na dany rozmiar, należy napisać: „z gruba obrócić“. W takich miejscach modelarnia dodaje materiału na obróbkę jak zwykle.

**S. Rozmiary.** Takie rozmiary, które mają być mierzone kalibrami różniczkowymi, muszą być odpowiednio naznaczone. Wogóle wszystkie wymiary, które mają być wykonane szczególnie dokładnie, muszą być zaopatrzone w adnotację „dokładnie“. Więc w systemie kalibrowym dla normalnego otworu, wszystkie otwory, które mają być obrabiane według tych kalibrów. Wymiary zaś

zewewnętrzne przedmiotów, mających do tych otworów pasować, jak czopy itp. muszą być oznaczone literą określającą rodzaj dopasowania np. *l* — lekko, *p* — pod prasą, szczelnie — *sz*, do suwania (Schiebesitz) — *s*.

Ponieważ warstwy posiadają kalibry tolerancyjne tylko dla pewnych średnic (18—20—22—25—28—30 — — — — itd.), więc bez osobliwych przyczyn nie wolno używać innych średnic, wymagających wielkiej dokładności w wykonaniu. (Dok. n.).

## Postępy na polu przenoszenia energii i trakcji elektrycznej w Szwajcaryi.

Skreślił Kazimierz Drewnowski, inż.-elektr.

(Ciąg dalszy).

### II. Koleje elektryczne\*).

#### 1. Porównanie popędu elektrycznego z parowym.

Zanim przejdę do przedstawienia postępów kolejnictwa elektrycznego na podstawie doświadczeń szwajcarskich, chciałbym w krótkich zarysach porównać oba systemy popędu na kolejach żelaznych głównych t. j. elektryczny i parowy. Jakkolwiek to przekracza ramy mojego sprawozdania z podróży po Szwajcaryi, to jednak ze względu, że sprawa elektryzacji kolei parowych staje się aktualna już nie tylko w Austrii, ale nawet w Galicyi, chciałbym zainteresować nią szersze koła techników.

O elektryzacji kolei alpejskich mówi się i pisze już od lat kilku, a ministerstwo przeprowadza szczegółowe badania w tym kierunku i zdecydowało się już wprowadzić popęd elektryczny na części kolei arulańskiej i na kilku liniach nowych kolei alpejskich. W Galicyi jest to jeszcze tabula rasa, a przecież warto tę sprawę zbadać n. p. w związku z wyzyskaniem sił wodnych, lub opalaniem ropą. Nie to jednak będzie tematem dzisiejszego referatu; radbym, żeby ktoś kompetentniejszy ze stanowiska kolejowego tę sprawę wyczerpująco przedstawił.

Że elektryzacji kolei galicyjskich lekko traktować nie można — ani też tak pesymistycznie się do niej odnosić, jak niektórzy do naszych sił wodnych, świadczy chyba najlepiej to, że ministerstwo kolejowe zażądało zbadania możliwości wprowadzenia popędu elektrycznego na kolejach Stryj-Lawoczne i Sambor-Sianki.

Obecnie chcę tę sprawę oświetlić ze stanowiska ogólnego przez zestawienie zalet i wad obu systemów trakcyi z różnych punktów widzenia, przyczem jednak zauważyć muszę, że uwagi te bynajmniej nie będą wyczerpujące, a to ze względu na szczerłość miejsca i na sam temat referatu.

**1. Koszta zakładowe.** -- Porównanie popędu elektrycznego z parowym pod względem kosztów zakładowych może się w dwóch kierunkach rozciągać: zależnie od tego czy się ma do czynienia z istniejącą już parową koleją żelazną, którą ma się przemienić na elektryczną, czy też chodzi o założenie zupełnie nowej kolei elektrycznej. Nie będąc obeznany należycie z budową

kolei żelaznych w ogóle, nie mogę tu podać bliższych danych co do kosztów zakładowych kolei, zastanowię się tylko ogólnie nad tą kwestyą i na podstawie ogólnych rozważań będę się starał wyciągnąć konkretne wnioski. Że popęd elektryczny wymaga bardzo wielkich kapitałów zakładowych, tego nie trzeba udowadniać, chodzi tylko o to, w jakim one stoją stosunku do kosztów przy popędzie parowym.

Konieczność zaprowadzenia przewodów wzdłuż całej linii kolejowej ogromnie zwiększa te koszta, a do tego przychodzi jeszcze budowa central, wymagająca włożenia nowych kapitałów, nieraz olbrzymich, jeżeli to mają być centrale wodno-elektryczne. Za to odpadają stacje wodne i zmniejsza się liczba składów węglowych, gdyż woda do lokomotyw elektrycznych jest niepotrzebna, a składy węglowe — w razie gdy to ma być centrala parowa — mogą być rozmieszczone w większych odstępach. Przy centralach wodnych składy węglowe odpadają zupełnie — o ile nie ma rezerwy parowej. Jeżeli paliwem ma być ropa przychodzą zamiast składów węglowych zbiorniki ropy. — W każdym jednak razie koszta zakładowe przy popędzie elektrycznym są znacznie nieraz większe, niż przy parowym i ta właśnie okoliczność, że przy przeróbce istniejących kolei parowych trzeba włożyć nowe kapitały i to ogromne w już istniejące, często bardzo nie zamortyzowane poprzednio włożonych, stanowi jedną z najpoważniejszych przeszkód przy wprowadzeniu popędu elektrycznego.

Inaczej rzecz się ma jeżeli się rozchodzi o zupełnie nową kolej. Wtedy włożenie kapitałów jest zawsze konieczne, lecz wysokość tych kapitałów nie gra tak wielkiej roli, jak oprocentowanie ich, czyli rentowność mającej powstać kolei. Ale i same koszta zakładowe nie są bardzo większe, chociaż popęd elektryczny wymaga central i przewodów doprowadzających prąd; za to możliwość zastosowania większych spadków zmniejsza znacznie długość trasy, a więc i koszta zakładowe. Dla przykładu przytoczę tu budującą się obecnie kolej *Lötschberg*, mającą połączyć Berno z *Simplonem*. Kolej ta była początkowo projektowana dla popędu parowego i trasa jej między stacyami *Frutigen* i *Brigo* o spadku 15%<sub>00</sub> wynosiła 21,5 *km*, z czego większa część miała leżeć w tunelu; skutkiem zdecydowania się na popęd elektryczny zastosowano spadki 35%<sub>00</sub> i trasa zmniejszyła się do 13,5 *km*. Oszczędność w budowie ma wynosić skutkiem tego ok. 25 milionów franków.

\* Na podstawie referatu wygłoszonego w Tow. Politechnicznym d. 6 kwietnia 1910.



Ta możliwość zastosowania większych spadków pochodzi stąd, że ciężar użyteczny lokomotywy elektrycznej jest większy niż parowej, głównie z powodu braku tendra. Najlepiej jest to widoczne przy zastosowaniu wozów motorowych sprzęgniętych. Tam ciężar użyteczny rozkłada się na każdy wóz z osobna, a więc na większą liczbę osi i nawet zwiększenie liczby podróży zwiększa adhezję. Na tych samych więc spadkach potrzeba mniejszej siły pociągowej, albo przy tej samej sile pociągowej można brać większe spadki, niż przy popędzie parowym.

2. Część motoryczna. — Z poprzednim łączy się i różnica, zachodząca między siłą pociągową, jaką rozwijają lokomotywy elektryczne i parowe: siła ta zależy od ciężaru adhezyjnego i współczynnika tarcia. Ciężar adhezyjny u lokomotyw elektrycznych jest większy a także współczynnik tarcia między szyną a kołem przyjmuje się dla lokomotyw elektrycznych większy, bo dochodzący do 0.30 i 0.35, wobec 0.15—0.25 dla parowych, a to skutkiem tego, że moc, jaką rozwijają motory elektryczne, ma charakter bardziej stały, podczas gdy u lokomotyw parowych więcej pulsujący.

Na następstwo pociągów ma największy wpływ czas, potrzebny do przejazdu przystanków. Jeżeli przyjmujemy czas postoju za stały, to czas przejazdu zależy od ruszania i hamowania. Czas ruszania jest zależny od przyspieszenia. Przy lokomotywach parowych  $\frac{3}{4}$  trudno otrzymać większe przyspieszenie niż 0.18—0.20  $m/sec^2$ , gdyż potem następuje ślizganie. Za to przy lokomotywach elektrycznych można adhezję rozłożyć na większą liczbę osi i skutkiem tego zwiększyć przyspieszenie, a także i skutkiem tego, że moment skręcający, jaki daje lokomotywa parowa, ma charakter pulsujący, podczas gdy przy motorach elektrycznych działanie jest zupełnie jednostajne, tak że przyspieszenie lokomotyw elektrycznych dochodzi do 0.7 a nawet do 0.9  $m/sec^2$ ; dalej iść z przyspieszeniem nie opłaca się, gdyż wtedy rośnie jeszcze szybciej zużycie prądu. — Co się zaś tyczy hamowania, to i ono może być sprawniejsze przy lokomotywach elektrycznych, niż przy parowych; opóźnienie w pierwszych może być większe nawet, niż przyspieszenie, i wynosić do 1  $m/sec^2$ .

Jako przykład przytoczę wykres (fig. 21) po-

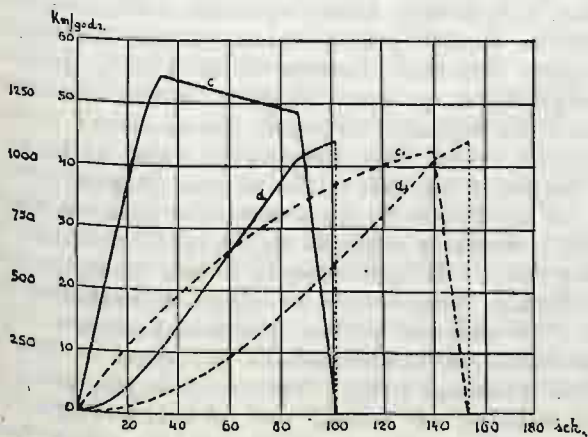


Fig. 21.

dany przez Reichela<sup>1)</sup> — prób lokomotyw elektrycznej i parowej przy odległości stacji 1110 m.

<sup>1)</sup> p. Z. d. V. d. I. 1907, Nr. 25.

Przy przyspieszeniu 0.5  $m/sec^2$  uzyskał pociąg elektryczny chyżość 55  $km/godz.$  po 34 sek., następnie porusza się samym rozpędem, po 86 sek. zaczyna się hamowanie z opóźnieniem 1.05  $m/sec^2$  i wreszcie po 100 sek. staje; postój przez 20 sek. Przy popędzie parowym do przebycia tej samej drogi spotrzebowano o 50 sek. więcej. Średnia chyżość jazdy była więc 39.5  $km$  przy elektrycznym a 26.1 przy parowym a średnia chyżość podróży z przystankami 33 i 23  $km$ , czyli stosunek chyżości parowej do elektrycznej wynosił 1 : 1.51 i 1 : 1.43. Nastęstwo pociągów można było zmniejszyć z 150 sek na 100 sek, czyli liczbę pociągów na godzinę zwiększyć z  $2 \times 24$  na  $2 \times 36$ , a liczbę osób przewiezionych z  $2 \times 9840$  na  $2 \times 21\ 600$ , czyli zwiększenie sprawności wynosi 120%.

Jeżeli do tych zalet motorów elektrycznych dodamy jeszcze i tę, że można je bardziej przeciążać niż parowe, to zobaczymy, że pod względem części motorycznej popęd elektryczny ma wyższość nad parowym.

3. Wyzyskanie lokomotyw. — Wielką zaletą lokomotyw elektrycznych jest lepsze wyzyskanie lokomotywy pod względem czasu, to zn., że może ona dłużej pracować użytecznie, niż parowa, odpada bowiem czas potrzebny do podgrzewania lokomotyw, zasilania ich wodą i obracania, gdyż lokomotywy elektryczne są w każdej chwili gotowe do jazdy, nie potrzebują wcale nabierać wody i są tak zbudowane, że mogą normalnie w obu kierunkach jeździć. Skutkiem tego nie tylko oszczędza się na czasie i ludziach, ale także odpadają koszty, związane z podgrzewaniem lokomotyw parowych.

Ponieważ ilość paliwa, jaką może zabrać lokomotywa parowa, jest bardzo ograniczona, a zużycie tegoż, zwłaszcza przy pociągach pośpiesznych, bardzo wielkie, przeto zachodzi potrzeba ciągłej zmiany lokomotyw; przy popędzie parowym zupełnie tego nie ma i lokomotywa może być wprost nieograniczenie w ruchu. W ostatnim roku nastąpił jednak w tym względzie bardzo doniosły zwrot na korzyść lokomotyw parowych przez zastosowanie opalania ropą; wprawdzie do podgrzewania potrzeba prawie tak samo dużo czasu jak poprzednio, ale za to zapas paliwa wystarcza na dłuższy o wiele czas.

Możliwość lepszego wyzyskania czasu daje się wreszcie odczuć przy zastosowaniu wozów motorowych, gdzie zmniejsza się uciążliwe przesuwanie, rozłączanie i zestawianie wozów, gdyż każdy wóz jest dla siebie gotów od razu do jazdy. Ta zaleta staje się wprost nieoceniona przy pociągach jednoklasowych, o wozach bezpośrednich, gdzie zestawianie wozów jest zredukowane do minimum.

4. Bezpieczeństwo ruchu. — Przez zastosowanie popędu elektrycznego upraszcza się znacznie uruchomienie sygnalizacji, która dotąd prawie wyłącznie jest poruszana prądem słabym, wymagającym osobnych mechanizmów wychwytowych, aby można było działać na ciężkie nieraz przyrządy sygnałowe. Prądu silnego nie używa się teraz głównie dlatego, że nie wszędzie można go dostać, a wytwarzanie osobne w małej ilości dla celów sygnalizacji jest zbyt kosztowne; także względy bezpieczeństwa grają tu rolę nie małą; po zaprowadzeniu jednak popędu elektrycznego stosunki te się zmieniają, a doświadczenia w tym kierunku poczynione wydały pomyślne rezultaty.



Nie można pominąć tu także i tego, że mając pod ręką prąd elektryczny można go użyć do oświetlenia dworca i do warsztatów, a nawet sprzedawać osobom trzecim, co przyczyni się do lepszego rozłożenia obciążenia i wyzyskania central.

Przeszkody ruchu, jakie mają się zdarzać przy popędzie elektrycznym, są częstsze niż przy parowym. Pochodzą one głównie z przerw w dostarczaniu prądu, mających swe źródło bądź to w samych przewodach, bądź też w centrali. Można im częściowo zapobiedz przez staranne utrzymywanie przewodów doprowadzających prąd, co pociąga za sobą znaczne koszty, i przez odpowiedni rozkład pociągów, a więc przez odpowiednie rozłożenie zapotrzebowania energii, aby nie było nagłego przeciążenia centrali, i przez równoległe pracowanie kilku central.

Sam ruch jest przy popędzie elektrycznym prostszy i bezpieczniejszy: obsługa polega tylko na obsługiwaniu nastawnicy i obserwowaniu przyrządów mierniczych, do czego jeden człowiek wystarczy może. Na lokomotywach parowych maszynista ma o wiele więcej do czynienia: pilnowanie prężności pary, stanu wody, mnóstwa kurków i wentyli, a palacz musi ciągle dorzucać paliwa. — Także kontrola służby jest łatwiejsza na lokomotywach elektrycznych przez zastosowanie samozapisujących przyrządów. — Niebezpieczeństwa, związane z ustrojem lokomotyw parowych, są większe niż u elektrycznych; eksplozja kotła daleko większe może spowodzić nieszczęście niż np. równorzędne jej co do charakteru zwarcie przewodów w lokomotywie elektrycznej.

Jeżeli się zdarzy jakiś wypadek na linii, i pociąg następny jest już wypuszczony, to przy popędzie elektrycznym można o wiele łatwiej zapobiedz katastrofie np. przez przerwanie prądu.

Wreszcie i kwestya wygody podróżnych jest obecnie takim czynnikiem, że należy się z nią liczyć. Plaga dymu i pyłu z lokomotyw parowych jest czasami wprost nieznosna dla podróżnych, nie mówiąc już o psuciu się przez to materiałów wozów i o potrzebie ciągłego czyszczenia. Popęd elektryczny zaś czyni podróż daleko przyjemniejszą i zmniejsza koszt obsługi i czyszczenia wozów.

5. Trwałość materiału toczonego się, hamowanie, odzyskiwanie energii. — Niejednostajny ruch lokomotyw parowych, pochodzący stąd, że korby tłokowe ustawione są pod różnymi kątami, powoduje boczne ruchy lokomotywy, oraz złe wyrównanie mas, oddziałujące szkodliwie na szyny i tor. Wprawdzie nowe lokomotywy o parze przegrzanej, czterocylindrowe mają masy lepiej wyrównane, zawsze jednak lokomotywa elektryczna, mająca rotujące motory ma chód o wiele równomierniejszy. Wtedy i niewierzchnia kolejowa może być słabsza i utrzymanie toru mniej kosztuje.

Drugą sprawę, która się z tem poniekąd łączy, jest zwiększanie trwałości kół i szyn przez zastosowanie hamowania elektrycznego, które polega na tem, że przy jeździe w dół lub — rzadziej — przy zatrzymywaniu pociągu motory elektryczne pracują jako generatory na jakiś opór, co pociąga za sobą zużycie energii wytwarzanej przez ruch pociągu, a więc działa hamująco. Zwykle hamulce tarciove mogą więc wówczas służyć tylko jako rezerwa. Zmniejsza się skutkiem tego zużycie kół i szyn.

Tego rodzaju hamowanie jest formą odzyskiwania energii potencjalnej, nagromadzonej przy

wznoszeniu się w górę. Nie jest to praktycznie ściśle określenie, gdyż właściwej energii elektrycznej nie odzyskujemy t. j. prądu użytecznego nie wytwarzamy; działanie to jest tylko pośrednie; na hamowanie wyzyskuje się energię, jaką może wydać wóz w ruchu będący, zamiast zużywać energię, wytwarzaną w innej formie, np. przez wywieranie nacisku na klocki hamulcowe. — Właściwe odzyskiwanie energii, to jest wytwarzanie prądu i wprowadzanie go do przewodów zasilających jest jeszcze rzeczą niezupełnie rozwiniętą. Przy motorach szeregowych, najlepiej nadających się do trakcji elektrycznej, nie da się zastosować bez osobnych skomplikowanych urządzeń. Najlepiej byłoby to możliwe przy motorach upustowych, lecz te znowu mają zastosowanie chyba tylko na górskich kolejkach zębatych. Motory trzyfazowe mogą z łatwością pracować jako generatory, jeżeli częstość okresów wytworzonego prądu będzie większa niż prądu w sieci; osiąga się to przez odpowiednie zwiększenie chyżości, co jednak nie zawsze da się zastosować ze względu na bezpieczeństwo. W ogóle można mówić o odzyskiwaniu energii tylko przy kolejkach górskich, o długich spadkach, lecz i tu nie zawsze przykłada się do tego większą wagę. Szwajcarska komisya dla elektryzacji kolei przyjęła odzyskiwanie energii dla kolei gothardzkiej w wysokości  $\frac{1}{3}$ , a dla innych kolei górskich  $\frac{1}{6}$  części zużytej. Są to liczby może trochę za małe, a przyjęto je w tej wysokości prawdopodobnie dla tego, żeby być pewniejszym przy całkowitych obliczeniach.

To odzyskiwanie energii w obu formach stanowi poważną zaletę systemu elektrycznego przed parowym.

6. Wytwarzanie energii i straty z tem związane. — Lokomotywa parowa, stanowiąca dla siebie zarazem stacyę wytwórczą, jest pod względem pewności ruchu wyższą od elektrycznej, zależnej od centrali; co się jednak tyczy wyzyskania materiału opałowego, to to może być o wiele ekonomiczniejsze w stałych stacyach centralnych, niż w lokomotywach, pracujących bez kondensacji. — Dalszą zaletą wytwarzania energii w stałych centralach jest możliwość używania tańszego węgla, choć o mniejszej wartości opałowej, na lokomotywę należy dawać węgiel najlepszej jakości, zajmujący jak najmniej miejsca. Przy opalaniu ropnem różnice te się zacierają. — O ile paliwo w centralach może być lepiej wyzyskane, o tyle inne straty są z tem związane, a mianowicie straty przenoszenia energii elektrycznej mogące dohodzić czasem do 50 i 60%, jeżeli się uwzględni n. p. przy długich liniach transformowanie na wysokie napięcia dla zasilania poszczególnych części linii kolejowej, dalej zniżanie tego napięcia na niższe, ale zawsze jeszcze wysokie (8, 10 do 15 000 V) do przewodów górnych wzdłuż linii, i wreszcie zniżanie napięcia do motorów kolejowych. — W porównaniu z tem straty w lokomotywach, pochodzące ze złego wyzyskania paliwa i od zużycia paliwa podczas postojów i podgrzewania, są zawsze jednak mniejsze. — Nie podobna pominąć tutaj i kradzieży węgla, która tem jest większą, im więcej jest składów węgla. Jest to czynnik z którym się często liczyć wypada; odpada on w razie zastosowania popędu wodnego lub ropnego.

7. Względy strategiczne. — W obecnym ustroju militarnym państw europejskich względy strategiczne mogą przy elektryzacji kolei żelaznych grać nieraz decydującą rolę. Mo-



zna przypuścić, że nieraz mimo oczywistej wyższości popędu elektrycznego budowa kolei elektrycznej może być udaremniona przez proste veto ze strony władz wojskowych. Należy się więc zastanowić obszerniej nad tą kwestyą.

Względy strategiczne wymagają od kolei zwiększenia sprawności i pewności ruchu. — Poprzednio wykazałem już wyższość popędu elektrycznego nad parowym zwłaszcza przy pokonywaniu zwiększonego ruchu i to bywa też jedna z najważniejszych przyczyn, dla których zamienia się popęd parowy na elektryczny. Jednoby tylko zastrzeżenie należało tu zrobić na korzyść popędu parowego, a mianowicie, że jest on najzupełniej niezależny od central. Na wypadek więc wojny można nietylko użyć wszystkich lokomotyw, znajdujących się w danym okręgu, ale i sprowadzić lokomotywy z dalszych stron, podczas gdy przy popędzie elektrycznym ruch jest zależny od wielkości central. Można temu zaradzić do pewnego stopnia przez to, że centrale, obsługujące sieć kolejową, leżącą bliżej granic buduje się większe niż normalnie potrzeba, a przynajmniej tak, aby wszystkie lokomotywy, nawet zapasowe mogły być w ruchu obciążone maksymalnie; lepiej jest zastosować wzajemne wspieranie się central tak, aby w razie wypadku dwie lub więcej mogły pracować na daną linię kolejową. — Tu trzeba jeszcze liczyć się z tym faktem, że łatwiej jest przeciążać maszyny w centrali niż lokomotywy, które w takich razach ogromną ilość węgla pożerają; a pamiętać należy, że w razie wojny jest bardzo trudno o dowóz materiału, co się tem dotkliwiej odczuć daje, jeżeli dany kraj zaopatruje się w węgiel z państwa, z którym właśnie wojnę toczy. — Zwolennicy elektryzacji kolei podają jeszcze jeden sposób zwiększenia sprawności kolei; nie leży on w istocie rzeczy, lecz bądź co bądź można, a nawet trzeba się z nim liczyć, mianowicie, że elektryzacja wszystkich kolei nie tak prędko nastąpi, zawsze będzie więc do dyspozycji rezerwa lokomotyw parowych, które mogą w najgorętszej chwili wesprzeć popęd elektryczny.

Ważniejsze są zarzuty, czynione popędowi elektrycznemu, a dotyczące się pewności ruchu. Jest to może najsłabsza strona popędu elektrycznego. Przerwanie ruchu jest niezmiernie łatwe przez przecięcie lub zwarcie przewodów, doprowadzających prąd, łatwiejsze i prostsze niż np. wyśadenie mostu. Zaradzić temu można tylko pośrednio, ograniczając przerwę tylko do pewnej części linii, przez podzielenie linii na poszczególne części z osobnymi przewodami, doprowadzającymi prąd; a nadto trzeba odpowiednio wyszkolić personal, aby umiał prędko daną szkodę naprawić. — Gorzej rzecz się ma, jeżeli nieprzyjaciół zawładnie centralą, a zkadinać nie można brać prądu. W tym jednak względzie oba systemy są chyba jednakowe, gdyż równie dobrze może nieprzyjaciół zawładnąć składami węgla, ogrzewalniami lub zbiornikami wody zasilającej; zresztą któż może stawić centrale nad samą granicą, mogą one być oddalone od niej bardziej niż np. ogrzewalnie i składy węgla. Odnosi się to zwłaszcza do central wodno-elektrycznych.

Wogóle można tu mówić tylko o czasowej przerwie ruchu, gdyż i nieprzyjacielowi nie może zależeć na tem, aby zniszczyć wszystkie urządzenia i nawierzchnię kolejową, bo i on potrzebuje kolei w kraju obcym. Jeżeli więc uda mu się przerwać ruch elektryczny na kolejach w kraju

nieprzyjacielskim, a sam ma popęd parowy, to rzeczywiście może się stać panem położenia, chyba że i kraj napadnięty ma do dyspozycji prócz elektrycznych także lokomotywy parowe. — Jeżeli chodzi o trwałe zniszczenie kolei, np. przez zerwanie nawierzchni, to oba systemy są równoważne.

Względy strategiczne przestają już powoli grać rolę decydującą, czego dowodem to, że i państwa wybitnie militarne pracują nad elektryzacją kolei parowych, nawet tych, które leżą nad granicami kraju.

8. Wnioski ostateczne. — Na podstawie powyższych uwag okazuje się niewątpliwa wyższość popędu elektrycznego nad parowym pod względem technicznym. Nie można jednak powiedzieć z góry, że w każdym przypadku zaprowadzenie trakcji elektrycznej jest wskazane, a tembardziej przemienienie istniejących kolei parowych na elektryczne. Teoretyczne rozważania rozbijają się często, jeżeli przyjdzie je zastosować w praktyce. Wysuwa się tu sama przez się kwestya rentowności, jako — na ogół można powiedzieć — decydująca. Jedynie obliczenia rentowności od przypadku do przypadku mogą dać odpowiedź co do wprowadzenia popędu elektrycznego. Przy obliczeniach tego rodzaju opieramy się zawsze na doświadczeniach, poczynionych na istniejących już kolejach elektrycznych; lecz te są jeszcze niewystarczające. Istniejące koleje elektryczne nie są budowane ze względów czysto finansowych, lecz zawsze inne względy przeważnie technicznej natury, miały tam wpływy. Jakkolwiek doświadczenia tam poczynione dały rezultaty przeważnie pomyślne pod względem rentowności, to jednak ogromnej przewagi popędu elektrycznego nie wykazały.

Przypuszczalnie dopiero wyniki, jakie da budująca się obecnie kolej Lötschberg, będą bardziej miarodajne, gdyż będzie to pierwsza wielka kolej elektryczna w Europie, zbudowana odrazu o popędzie elektrycznym.

Jeżeli jednak chodzi o ostateczne ogólne wnioski, kiedy popęd elektryczny może mieć przewagę nad parowym, to można je streścić następująco:

Do popędu elektrycznego nadają się przede wszystkim:

1. koleje górskie o długich spadkach, leżące w pobliżu wielkich sił wodnych, a to głównie skutkiem możliwości zmniejszenia trasy przez zastosowanie większych spadków oraz odzyskiwania energii i
2. koleje międzymiastowe o wielkim ruchu osobowym, gdzie chodzi o zwiększenie szybkości jazdy i następstwa pociągów.

Pomimo niezaprzeczonej wyższości popędu elektrycznego wprowadzenie go na kolejach głównych idzie opornie. Chodzi tu bowiem przeważnie o przemienianie istniejących już urządzeń dla ruchu parowego na elektryczny, a więc o włożenie w istniejące już przedsiębiorstwo olbrzymich kapitałów, nie zamortyzowawszy poprzednio włożonych i to przy zastosowaniu urządzeń nowych, nie mających za sobą długoletniego wypróbowania. Nie więc dziwnego, że nie spieszą się z elektryzacją kolei.

Prócz tego z chwilą, kiedy zaczęto systematycznie nad tem pracować, a więc w ciągu ostatniego dziesiątka lat, panowała niepewność co do systemu. Szybki rozwój elektrotechniki w ostatnich latach kazał oczekiwać lepszego rozwiązania



trakcyi elektrycznej, czekano więc aż udoskonalenie motorów tak dalece postąpi, że będzie można powiedzieć, iż ten a nie inny system nadaje się do trakcyi elektrycznej. Tymczasem zaś robiono doświadczenia z już istniejącymi kolejami elektrycznymi lokalnymi.

Był to czas, kiedy pracowano bardzo intensywnie nad ulepszeniem motorów jednofazowych. Zdawało się nawet, że wkrótce znajdzie się rozwiązanie; motory te doprowadzono do możliwych już dzisiaj granic doskonałości, lecz problem zostaje jeszcze ciągle nierozstrzygnięty, choć przypuszczać należy, że przyszłość kolei elektrycznych należy do prądów jednofazowych. Prąd trójfazowy

i prąd stały o wysokim napięciu nie ustępują jeszcze jednak w niektórych warunkach prądowi trójfazowemu.

Porównanie rozmaitych systemów trakcyi elektrycznej wyprowadziłoby poza ramy niniejszego sprawozdania. Wybitniejsze różnice uwzględnij przy opisie dwu głównych kolei elektrycznych w Szwajcaryi, jako typowych w swoim rodzaju urządzeń: t. j. kolei Seebach-Wettingen i kolei simplońskiej. Będzie to niejako praktyczne uzupełnienie powyższych ogólnych uwag o popędzie elektrycznym. Przedtem chciałbym jeszcze podać, co się w tej kwestyi obecnie w Szwajcaryi robi. (D. c. n.)

## O zapotrzebowaniu energii instrumentów mierniczych dla prądów przemiennych.

Napisał Dr. Inż. Jan Studniarski, Altona (Elbe).

(Ciąg dalszy).

Jeszcze wyraźniej występują korzyści łączni prądnej przy wrażliwym watniku, budowanym przez fabrykę Hartmann und Braun dla tablic rozrządnych. Instrumentów tego rodzaju używa się wprawdzie rzadziej do pomiarów laboratoryjnych, lecz dla wyczerpania tematu będą tutaj także uwzględnione. Dany tego instrumentu są:

$$\begin{aligned} A_{max} &= 0.05 \text{ kwt} \\ J_{max} &= 1.0 \text{ amp}^1) \\ E &= 50 \text{ volt} \\ w &= 1.58 \text{ om} \\ J_{max} w &= 1.58 \text{ wat} \\ J_{max}^2 w &= 1.58 \text{ wat} \\ r &= 1000 \text{ om} \\ \frac{r}{E} &= 20 \\ i &= 0.05 \text{ amp} \\ Ei &= 2.50 \text{ wat} \\ \iota &= 5.00\% \\ \epsilon &= 3.16\% \end{aligned}$$

Krzywe  $\iota$  i  $\epsilon$  tego watmetru są dla  $\cos \varphi' = 1$  przedstawione we fig. 7, parabola zaś we fig. 4 jako krzywa IV. Odrębnie od instrumentów przenośnych buduje się instrumenty do rozrządnic normalnie dla napięcia 50 woltów; prosta  $\epsilon$  dla 30 woltów jest we fig. 7 kreskowaną linią naznaczona. Jak z fig. 7 i 4 wynika, łączni naprężną zastosować można tylko poniżej 30 woltów; praktycznie zatem łączni naprężna przy tym instrumencie nie znajduje zastosowania.

fabryki Hartmann und Braun; charakterystyczne krzywe przedstawione są we fig. 8 i 4 (parabola V).

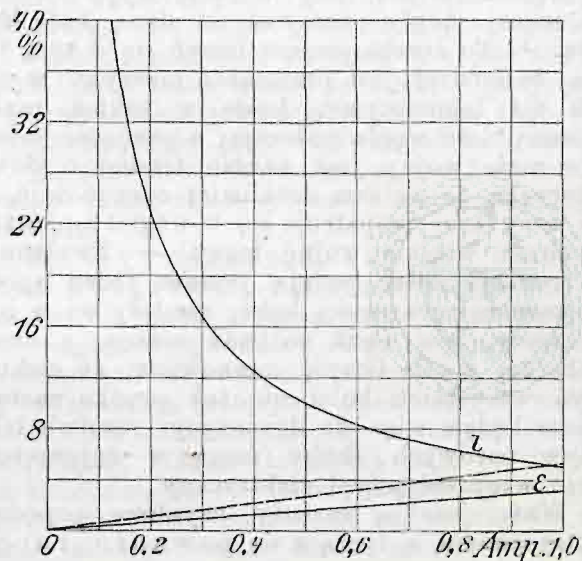


Fig 7.

W sprawie wyboru łączni zaznaczyć trzeba, że łączni prądna wskutek liniowego charakteru funkcji  $\epsilon = f(A')$  przedstawia wobec łączni naprężnej znaczne korzyści, ponieważ wskutek silnego spadku funkcji  $\iota$  w dolnym zakresie mierzenia

Tabela II.

Nr.	$A_{max}$ kwt	$J_{max}$ amp	$E$ volt	$w$ om	$J_{max} w$ volt	$J_{max}^2 w$ wat	$r$ om	$\frac{r}{E}$	$i = \frac{E}{r}$ amp	$Ei$ wat	$\iota = \frac{i}{J_{max}} 100$ %	$\epsilon = J_{max} \frac{w}{E} 100$ %
1	0.25	5	50	0.16	0.80	4.0	1000	20	0.05	2.50	1.0	1.6
2	2.50	50	—	0.0016	0.08	—	—	—	—	—	0.1	0.16
3	10	200	—	0.0001	0.02	—	—	—	—	—	0.025	0.04
4	20	400 <sup>2)</sup>	—	0.000025	0.01	—	—	—	—	—	0.0125	0.02

W tabeli II zestawione są właściwości elektryczne zwykłego typu watników do rozrządnic

<sup>1)</sup> Prąd najmniejszy.

<sup>2)</sup> dla prądów powyżej 400 amp używa się transformatorów prądnych.

i mniejszej odsetnej zaufności przeczytu niepewność w oznaczeniu korekcyi powoduje większą niedokładność pomiaru. Na podstawie tego założenia może być uzasadnionem zakres zastosowania łączni prądnej rozszerzyć wstecz przy małych