

PAROWÓZ BEZ OGNISKA

Em. Lamm'a i Leona Francq'a

DLA DRÓG ŻELAZNYCH WIEJSKICH I MIEJSKICH.

(Tabl. IV).

Tramwaye oddawna już znane w Ameryce i Anglii, zaledwie w ostatnim lat dziesiątku znalazły rozleglejsze zastosowanie na stałym lądzie Europy. Pod tym względem Wiedeń wyprzedził inne znaczniejsze miasta: w roku wystawowym 1873 rozległa sieć dróg żelaznych, doprowadzona do odległych przedmieść, była tam obsługiwana przez kilkaset omnibusów konnych. W Paryżu dopiero w 1875 r. zastosowano w szerszym zakresie tramwaye a w ubiegłym roku sieć dróg żelaznych przecinających miasto w różnych kierunkach wynosiła tam 180 kilometrów.

W Warszawie kwestya tramwayów jest wprawdzie od lat dziesięciu na porządku dziennym, ale dotychczas nie może przejść w dziedzinę rzeczywistości. Że zaś urządzenie tramwayów uczyniłoby zadość jednej z pilniejszych potrzeb miasta, dowodzi tego coraz bardziej wzrastający ruch na linii łączącej dworce dróg żelaznych, pomimo iż wyzyskujące ją Towarzystwo nie uwzględniła dostatecznie miejscowych potrzeb.

Szybko postępujący wzrost miasta, zwłaszcza w kierunku południowym i zachodnim, wywołuje potrzebę taniej i łatwej komunikacji, która niewątpliwie tylko za pomocą tramwayów zaspokojoną być może. Południowo-zachodnia dzielnica z ulicami prostemi i dostatecznie szerokimi, nie przedstawiałaby trudności przy układaniu kolei szynowej, zyskałaby zaś ona nie tylko ze względu na wygodę mieszkańców, ale i pod względem sanitarnym, gdyż w obec ułatwionej komunikacji mniej zacieśniony sposób budowania domów byłby możebnym.

W przekonaniu, że kwestya tramwayów powinna w niedalekim rozstrzygnąć się czasie, starać się będziemy rozjaśnić jej stronę techniczną. Z tego to względu podajemy opis parowozu

który jako odpowiadający wielu wymaganiom warunkom przy ruchu po ulicach miasta, największą w czasie przeszłorocznej wystawy paryskiej zwracał na siebie uwagę.

Zdawałoby się na pierwszy rzut oka, iż zbudowanie silnicy w zupełności odpowiadającej potrzebom dróg żelaznych miejskich, jest zadaniem łatwym, ponieważ oddawna już posiadamy parowozy, — tymczasem warunki ruchu miejskiego są tak dalece różne, iż wymagania jakim powinna odpowiadać silnica, są w niektórych razach całkowicie odmienne. Wymagania te dają się streścić w poniższych warunkach:

1^o Parowóz powinien z łatwością przebiegać łuki mające zaledwie 20 metrów promienia, — budowa jego musi być lekką, a objętość małą; przyrząd łączący go z wagonem powinien być prostym, giętkim i wygodnym w użyciu. Całkowity ciężar parowozu powinien być spożytkowanym na przyleganie; dla uniknięcia zaś tarcz obrotowych, niezbędnem jest, ażeby parowóz posuwając się czy to przodem czy tyłem, działał całkiem jednostajnie.

2^o Parowóz powinien zużywać jak najmniej paliwa, być kierowanym przez samego tylko maszynistę, — nie wymagać nadzwyczajnej czujności i kontroli, a wreszcie nie podlegać uszkodzeniom mogącym zwiększać kosztu utrzymania go w należytem stanie.

3^o Parowóz nie powinien wyrzucać iskier, ani węgla na drogę i świecić luną w czasie nocy, a nadto ma działać bez łoskotu i świstu. Maszynista powinien mieć swe stanowisko na przodzie parowozu i być zwróconym twarzą w kierunku jazdy, mieć możliwość lekko ruszać z miejsca, w czasie zaś biegu szybko powstrzymywać parowóz przy pomocy silnego hamulca.

4^o Ze względu na zdrowie publiczne, parowóz nie powinien wydawać z siebie dymu, nie wyrzucać sadzy i popiołu, ani też wydzielać gazów szkodliwych lub przykrych dla powonienia.

Silnice dotychczas najczęściej używane nie czynią zadość powyżej przytoczonym warunkom, z pomiędzy zaś dotąd znanych tylko silnica *Mekarskiego* ¹⁾ i parowóz pp. *Lamm'a* i *Francq'a*, który poniżej opisujemy, rozwiązują do pewnego stopnia zadanie.

Parowóz bez ogniska, pomysłu *dr-a Lamm'a* z Nowego Orleanu, patentowany był na Stany Zjednoczone w 1872 r.; sprowadzony następnie do Francji, ulepszony został tamże przez *p. Leona Francq'a*.

Istota pomysłu polegająca na usunięciu ogniska, urzeczywistnia się w tym systemie przez zużytkowanie ciepła pochłoniętego przez wodę i dostarczonego jej w ilości wystarczającej na wytwarzanie pary potrzebnej do wprowadzenia maszyny w działanie.

¹⁾ W Tomie III Przeglądu Technicznego z r. 1876 podany był opis pomysłu *Mekarskiego*, który na ostatniej Wystawie Paryskiej spółzawodniczył z systemem *Lamm'a* i *Francq'a*.

Praktyczne rozwiązanie powyższego zadania polega na wprowadzeniu do pewnej objętości wody, zawartej w zamkniętym zbiorniku umieszczonym na maszynie, strumienia pary o wysokim ciśnieniu, wytworzonej w kotle urządzonej na stacji, z której wychodzi linia tramwayu. Para gromadząc się ponad powierzchnią cieczy ogrzewa takową, w następstwie zaś zwiększającego się stopniowo ciśnienia, powstrzymuje się wrzenie wody a jednocześnie pewna ilość wprowadzonej pary skrapla się. Z chwilą gdy następuje równowaga ciśnień w zbiorniku i kotle, przerywa się komunikację pomiędzy niemi, — wtedy parowóz jest przygotowany do stanu czynnego, albowiem woda zawarta w zbiorniku zamienia się na parę, jak skoro tylko górna część zbiornika zkomunikowaną zostanie z cylindrami maszyny.

Działanie maszyny jest następstwem ogólnego prawa wrzenia cieczy, zawartej w naczyniu zamkniętem. Gdy ciśnienie wywierane na taką ciecz zmniejsza się, wtedy temperatura wrzenia zniża się, w miarę więc jak para nagromadzona w górnej części zbiornika zużywa się na wykonanie mechanicznej pracy w cylindrach, ciśnienie na ciecz zmniejsza się, a skutkiem tego coraz nowe ilości pary wywiązują się z wody zawartej w zbiorniku.

Dla praktycznego przeprowadzenia zasady, na której oparty jest pomysł parowozu bez ogniska, niezbędnem jest, ażeby zbiornik maszyny był w możności wytrzymać ciśnienie, zawarte w granicach od dwóch do piętnastu atmosfer. Ogrzewanie wody, jaką zbiornik w sobie mieści, dokonywa się za pomocą rury wychodzącej z kotła, opatrzonej dwoma kurkami lub wentylami, i której część wchodząca do zbiornika ma na swym obwodzie znaczną ilość małych otworów, mających na celu zwiększenie powierzchni zetknięcia z cieczą.

Najwyższa temperatura, do której może dojść woda i para w zbiorniku, dochodzi do 200°C .; takowa odpowiada ciśnieniu 15 atmosfer. Temperatura końcowa odpowiada najmniejszemu ciśnieniu pod którem motor działać musi, ażeby pociąg mógł ruszyć z miejsca pod górę. Ciśnienie w tym ostatnim razie powinno wynosić przynajmniej 2 atmosfery a zatem odpowiadać temperaturze 135°C . Niezależnie od zbiornika maszyna zaopatrzona jest w przyrząd służący do rozprężania pary przed jej zużytkowaniem w cylindrach, co daje możność dowolnego powiększania lub zmniejszania siły maszyny, — stosownie do potrzeby i okoliczności.

Poniżej podajemy opis parowozu tego systemu, będącego w użyciu na linii z Rueil do Marly-le-Roi — nadmienając, iż podobny okaz znajdował się na ostatniej Wystawie Paryskiej.

Fig. 1 (Tab. IV) przedstawia podłużne przecięcie parowozu, przez osł zbiornika, —

Fig. 2 — przecięcie poprzeczne po osi kondensatora, —

Fig. 3 — zbiornik i mechanizm w widoku podłużnym zewnętrznym.

Fig. 4 przedstawia widok od strony przyrządu rozprężającego, —

Fig. 5 — rzut poziomy, pokazujący z jednej strony połowę zbiornika i przeciętego kondensatora, z drugiej zaś — połowę maszyny parowej umieszczonej pod zbiornikiem.

Fig. 6, 7 i 8 przedstawiają szczegóły przyrządu rozprężającego parę. Za pomocą takowego przyrządu, para o wysokiem i zmiennem ciśnieniu, wypływająca ze zbiornika, rozdzielana jest pomiędzy cylindry zredukowana do ciśnienia normalnego. Parowóz systemu pp. *Lamm'a* i *Franco'sa* składa się więc ze zbiornika głównego *A* z blachy stalowej, ponad którym znajduje się odbieralnik pary *A'* i z maszyny parowej o dwóch cylindrach *B*, działających za pomocą drągów korbowych *C* na oś kolankową *D*. Na osi *D* są osadzone koła *E* połączone wiązarami zewnętrznymi *C'* z dwoma kołami *E'* umieszczonemi na osi *D'*, która tym sposobem, również jak *D* jest osią pociągową. Cała maszyna mieści się pod zbiornikiem pomiędzy ramami *F*, które na zewnątrz otoczone są blaszaną skrzynią *F'*. Zbiornik *A* mogący pomieścić przeszło 1800 litrów wody, otrzymuje parę za pośrednictwem rurki *a* (fig. 1) połączonej za pomocą dławnicy śrubowej *a'*, z wentylem *G*. Para, która przy otwartym wentylu przedostaje się za pośrednictwem rurki *G'* do rury poziomej *G*₂, zamkniętej z obu końców, uchodzi do wody szeregiem małych otworków pokrywających całą jej powierzchnię. Po napełnieniu parą zbiornika, cały przyrząd zamyka się mutrą *a*² opatrzoną dwiema rączkami. (fig. 3).

Dla czerpania pary ze zbiornika i prowadzenia takowej do cylindrów, wewnątrz zbiornika znajduje się rura *b*, której górny koniec, umieszczony o ile można jak najwyżej, posiada podłużne otwory przepuszczające parę. Rura ta za pośrednictwem kolana poziomego łączy się z przyrządem *H'* położonym na zewnątrz, i służącym do rozprężania pary; przedstawiona na fig. 1, 6 i 8 kłapa *H* służy do otwierania lub przerywania komunikacji pomiędzy zbiornikiem i rozprężaczem, z którego para sprowadzona do żądanego ciśnienia dąży do cylindrów. Przyrząd rozprężający, umocowany na odbieralniku *A'*, łączy się z rurą *I* o znacznej średnicy, która przechodząc przez zbiornik kończy się u dołu w skrzynce *I'*, w której się mieści mały suwak *c*, stanowiący przepustnicę pary do cylindrów.

Rura *I*, ze względu na swą objętość tworzy komorę dla rozprężania pary, t. j. przestrzeń, w której takowa zmniejsza swą prężność zależnie od nastawienia przyrządu *H'*, który za chwilę poznamy. Para zużyta w cylindrach, skropla się w kondensatorze powietrznym złożonym z zamkniętego cylindra *J*, mieszczącego 603 rurek *J'* otwartych w obu końcach dla dostępu powietrza. Para z cylindrów wchodzi do wspólnej dla obu skrzynki *B'* (fig. 2), z takowej zaś przez *B*² (fig. 2 i 4) otaczając zbiornik do kondensatora i po skropleniu się spływa rurką do skrzynki *K* mogącej po-

mieścić 60 litrów. Para, która nie zdołała się skroplić, może przez rurkę *j* ulotnić się na zewnątrz.

Fig. 6, 7 i 8 przedstawiają przyrząd rozprężający, cały mośięzny. Jego część pozioma *H* zawiera klapę *h*, którą można zamknąć lub mniej albo więcej otworzyć pokręcaniem kółka *h'*, którego oś połączona z klapą jest opatrzona gwintem. Przez klapę *h* wchodzi para do komory *i* zamkniętej od góry podwójną klapą *i'*. Przestrzeń ponad klapą komunikuje się z komorą parową *I*, w której para rozpręża się zanim przejdzie do skrzynki *I'* mieszczącej przepustnicę.

Podwójna klapa *i'* łączy się z tłokiem, opatrzonym na powierzchni wyżłobieniami zawierającymi pakunek; tłok może się poruszać w cylindrze, stanowiącym przedłużenie skrzynki *H'*.

Dolna część tłoka łączy się za pośrednictwem wałka *k* z drążkiem *l*. W górnej części skrzynki *H'* są wśrubowane widelki, służące do zawieszenia pochwy walcowej *L* zawierającej spiralną sprężynę. Dolny koniec tej sprężyny jest umocowany w drugiej pochewce zakończonej od dołu widelkami obejmującymi koniec drążka *l'* lekko wygiętego, który działając za pośrednictwem drążka *l* na wentyl *i'*, stara się w skutek ciśnienia sprężyny ciągle go podnosić.

Gdy otwieramy klapę *h*, para wchodzi do przestrzeni *i*, przez podniesioną klapę *i'* do skrzynki *H'* a stamtąd do komory rozszerzania *I*, działając jednakże jednocześnie na tłok *k* sprawia ciśnienie silniejsze niż sprężyna, skutkiem czego tłok się obniża i zamyka klapę *i'*. W tym więc czasie, para zawarta w komorze rozpręży się do pewnego stopnia, ciśnienie jej się zmniejszy, przez co znowu równowaga w ciśnieniu działającym na obie powierzchnie podwójnego wentyla *i'*, zostanie naruszona i ten ostatni pod działaniem sprężyny, znowu się wzniesie pozwalając nowej ilości pary wejść do komory *I*, zanim klapa powtórnie się zamknie i t. d. Słowem w czasie funkcyonowania parowozu klapa *i'* wykonywa ciągle oscyllacye, zależnie od ruchu tłoków w cylindrach.

Naciągając stosownie do potrzeby sprężynę, możemy regulować rozprężanie się pary, w komorze *I* a to w sposób następujący. Ponieważ wielkość ciśnienia sprężyny *L* wywartego za pośrednictwem drążka *l* na tłok *k*, zależy od odległości punktu w którym sprężyna ciśnie na drążek *l*, od punktu stałego około którego ten drążek się obraca, przeto zmieniając za pośrednictwem rękojeści *M* i pociągacza *L'*, położenie sprężyny o pewien kąt, możemy zmieniać ciśnienie pary w komorze rozprężającej takową. Sprężyna zbliżona do punktu przyczepienia drążka *l* da najmniejszą pęężność pary w komorze *I*, a mianowicie 2 atmosfery, przeciwnie zaś najbardziej oddalona od punktu przyczepienia, da w komorze największe ciśnienie, z jakim pozwala się pracować maszynie, dochodzące tu do 7 atmosfer.

Kierownik, służący do zmiany ruchu jest podobnym w urządzeniu do zwykłego, z tą tylko różnicą, że ma dwa drążki i grze-

bienie na obu końcach parowozu, ażeby zarówno z jednego jak i drugiego końca takowego można było nim działać. Hamulec również zwyczajny wprawia się w działanie naciskiem nogi, zaś sprężyna spiralna q^2 wraca go do stanu swobodnego.

Wiązanie parowozu jest podobnem do zwyczajnego, — koła E' są zewnętrzne, ramy F wspierają się za pośrednictwem resorów podłużnych R na maźnicach. Z uwagi na przeznaczenie do ruchu miejskiego, koła wraz z wiązaniem otoczone są fartuchem blaszanym F' , w którym wykrojone są drzwiczki pozwalające obejrzeć i naśmarować maźnice.

Pod pomostem znajduje się skrzynka K , w której zbiera się woda powstała z pary skroplonej, można ją wypróżnić otwierając kurek r' , (fig. 1).

Zaprząg dokonywa się za pomocą łącznika złożonego z dwóch części R^1 i R^2 , związanych pomiędzy sobą za pośrednictwem sprężyny spiralnej. Część R^1 obejmuje widelkami kątownik wchodzący w skład wiązania parowozu, część zaś R^2 zakończona rodzajem talerza wypukłego łączy się za pomocą sworznia S' z wagonem. Przy ruszaniu jak również zatrzymywaniu, działanie parowozu na wagon lub odwrotnie przenosi się przez sprężysty łącznik, który tym sposobem gra zarazem rolę buforu.

Szyny przedstawione na fig. 2 i 4 mają profil będący w użyciu przy tramwayach paryskich, ze względu jednak, ażeby parowóz bez ogniska mógł pociągnąć kilka wagonów na raz, w którym to razie musiałyby być znacznie cięższymi od omnibusu kolejowego, *p. Francq* proponuje inny system szyn wzmocnionych.

Warunki działania kotła bez paleniska, oparte są na wydzielaniu z wody zawartego w niej ciepła i jego zamianie na pracę mechaniczną. Ciepło to zużywa się częściowo na ogrzanie wody, w części na zmianę jej stanu skupienia czyli na tak zwane ciepło utajone parowania. Każdy kilogram zużytej pary unosi z sobą pewną liczbę jednostek ciepła, których część daje się ocenić termometrem jako temperatura tej pary, część zaś jest w stanie utajonym.

Praca wykonana jest proporcjonalną do ilości zużytej pary i jej ciśnienia a zarazem zależną od systemu silnicy, a mianowicie od tego, czy takowa jest o wysokiem lub niskiem ciśnieniu i t. p.

Wiadomo, że 1 metr sześć. pary o ciśnieniu 1 atmosfery, — rozprężając się do 1,35 metrów sześć. wykonywa pracę mechaniczną równą 13 434 kilogrametrom, jeżeli zaś przez rozprężanie się pary pierwotna jej objętość zwiększy się 5 razy, wtedy praca ta staje się przynajmniej 2 razy większą.

Jeżeli więc przy parowozie bez ogniska przyjmiemy maszynę działającą bez kondensancyi, o średnim absolutnem ciśnieniu 5 atmosfer, z przyływem na $\frac{3}{4}$ skoku tłoka, to praca całkowita 1 m³ będzie:

$$13\,434 \times 5 = 67\,170 \text{ kilogrametrom.}$$

Po odjęciu przeciwcisnienia 1 atmosfery czyli 10 333 kilogr. pozostanie na pracę rzeczywistą

$$67\,170 - 10\,333 = 56\,837 \text{ kilogrametrów.}$$

Ponieważ 1 metr sześć. pary o ciśnieniu 5-ciu atmosfer waży 25,763 kgr., — przeto ciężar spotrzebowanej wody, dla otrzymania pracy 1 kilogramometra będzie

$$\frac{2,5763}{56\,837} = 0,0000\,4532 \text{ kilogramom.}$$

Inżynier p. *Montdesir*, oblicza iż na drodze żelaznej miejskiej utrzymanej w dobrym stanie, na każdą tonnę ciężaru potrzebną jest w poziomie i w prostych liniach siła pociągowa 10 kgr. w krzywych zaś 11 kgr. przyczem na wzniesieniach doliczać należy po 1 kgr. na tonnę na każdą tysięczną wzniesienia. W ten sposób, jeśli nazwiemy przez:

Q — ciężar pociągu w kilogramach,

L — przestrzeń do przebieżenia w metrach,

H — sumę wzniesień na całej przebieganej przestrzeni L , to praca mechaniczna a , którą parowóz powinien wykonać, wyrazi się jak następuje:

$$a = Q \times 0,011 \times L + Q \times H = (0,011 \times L + H) Q.$$

W ten sposób przy przebiegu 10-ciu kilometrów, ze wzniesieniami wynoszącymi razem 25 metrów, — pociąg składający się z 12 tonn, spotrzebowywałby pracę mechaniczną:

$$a = 12 (0,011 \times 10,000 + 25) = 1\,620\,000 \text{ kilogrametrom.}$$

Jeżeli do przebiegu 10-ciu kilometrów potrzebujemy 40 minut, to praca ta wyrażona w sile koni parowych (75 kilogrametrów na sekundę) przedstawia:

$$N = \frac{1\,620\,000}{180\,000} = 9 \text{ koni parowych.}$$

Na pracę tę, przyjmując że skutek użyteczny maszyny wynosi tylko 50% zostanie spotrzebowanych kilogramów pary:

$$P = 0,00004532 \times 2 \times 1\,620\,000 = 146,84$$

czyli okrągło $P = 147$ kgr.

W przypadku zaś użytecznego skutku maszyny = 60%, rozchód pary wynosiłby:

$$P' = 122,36 \text{ kgr.}$$

Ciężar ogrzanej wody, jaką potrzeba mieć w zbiorniku, dla dostarczenia oznaczonych wyżej ilości pary znajdziemy w następujący sposób. Oznaczmy przez:

P — ciężar pary potrzebnej dla przebieżenia danej drogi,

P' — ciężar wody potrzebnej w zbiorniku,

t — ciepłotę tej wody,

n — ilość jednostek ciepła zawartych w kilogramie pary działającej w maszynie, to $P' - P$ wyrazi ciężar wody pozostałej w zbiorniku po przebyciu zamierzonej drogi, oznaczając zaś przez t' temperaturę tej wody otrzymamy następujące równanie:

$$Pn + t' (P' - P) = tP'$$

z którego wyprowadzamy wartość na P' t. j. na objętość wody, której mamy zrobić zapas w zbiorniku przed odjazdem:

$$P' = \frac{(n - t') P}{t - t'}$$

W przypuszczeniu, że para działająca ma ciśnienie 5 atmosfer t. j. temperaturę $+ 153^\circ$, jej ciepło parowania jest 501, zatem 1 kgr. pary zabiera $501 + 153 = 654$ jednostek, przyjmując zaś temperaturę początkową wody w zbiorniku, $t = 200^\circ$ a końcową $t' = 135^\circ$ co odpowiada ciśnieniu 3 atmosfer—otrzymamy, że do wytworzenia $P = 147$ kgm. pary, trzeba mieć w zbiorniku

$$P' = \frac{(654 - 135) 147}{200 - 135} = 1\,174 \text{ kgm.}$$

A zatem zbiornik zawierający 1 174 kgm. wody ogrzanej do 200° C. może wytworzyć potrzebną ilość pary, dla przewiezienia ciężaru 12 tonn na odległość 10 kilometrów przy wzniesieniach, których summa dochodzi do 25 metrów.

Przyjmując 60% skutku użytecznego otrzymalibyśmy, że także zbiornik z 1 174 kgr. (litrów) wody ogrzanej na $+ 200^\circ$ przewiozłby w tychże warunkach 14,5 tonn czyli wykonałby pracę $= 1\,935\,000$ kilogrametrom.

Według sprawozdań ¹⁾ z prób odbytych na linii z Rueil do Port-Marly pod Paryżem, rezultaty otrzymane z maszyną ulepszoną przez *Francq'a*, były o wiele korzystniejsze od powyżej obliczonych. Próby zaś hamulcowe wykonane przez *P. Francq'a* na drodze Neuilly wykazały przeszło 1700 kilogramometrów pracy pożytecznej z ciepła zawartego w litrze wody gorącej w granicach ciśnienia od 13 do 3 atmosfer. Jeżeli zatem to najniższe ciśnienie (3 atm.) wystarcza jeszcze do ciągnięcia danego ładunku z dostateczną prędkością, opisany powyżej parowóz może w tych warunkach wykonać pracę $1700 \times 1800 = 3\,060\,000$ kilogrametrom. Odbyta próba przewyższyła oczekiwany rezultat. Dla obliczenia wykonanej pracy *P. Francq* wykreślił dokładną tablicę spadków i wzniesień na całej długości wynoszącej 7425 metrów od Rueil do Port-Marly i 1855 metrów z Port-Marly do Marly le Roy. Na pierwszej przestrzeni summa części poziomych, w liczbie sześciu jest równą 4517,5 metrom, zaś siedmiu wzniesień w kierunku do Marly na ogólnej długości 1067,5 wynosi razem 7,538^m czyli przecięciowo 0,007; summa spadków w tymże kierunku w liczbie ośmiu na przestrzeni 1840 metrów wynosi 9,054^m czyli średnio 0,005. Cała droga do Marly i z powrotem do Rueil wynosi 14 850 metrów; obliczając więc dla pociągu ważącego brutto 18,750 tonn, po 11 kgr na każdą tonnę i dodając po 1 kgr. na każdą 0,001 wzniesienia, zużywamy do Marly 1 468 344 kilogramometrów, zaś z Marly do Rueil 1 639 828 kilogrametrów czyli w ogóle 3 108 172 kilogrametrów pracy.

¹⁾ Publication Industrielle. M. Armengaud ainé. Tom XXIV.

Do zasilania parowozu użyty był kocioł rurowy (*Cailla*) z powierzchnią ogrzewalną $50,9 \text{ m}^2$ i powierzchnią rusztu wynoszącą $0,93 \text{ m}^2$, objętość wody wynosi $2,845 \text{ m}^3$. sześć. objętość pary 2 m^3 . sześć., ciśnienie normalne 16 atm. , wydajność kotła wynosi 750 kgm. pary na godzinę. Rozgrzanie parowozu dokonywa się w ciągu $15 - 17$ minut.

Wymiary główne parowozu są następujące: średnica cylindrów $0,23 \text{ m}$, skok tłoka $0,25 \text{ m}$, średnica kół $0,75 \text{ m}$, odległość pomiędzy osiami $1,3$ metra, ciśnienie w zbiorniku 15 atm. Całkowita objętość zbiornika 1800 (wody) $+ 440$ (pary) $= 2240$ litrów. Objętość rury w której się odbywa rozprężanie pary 35 litrów. Kondensator składa się z 603 rur, każda o średnicy 25 mm stanowiących powierzchnię $34,96 \text{ m}^2$, powierzchnia zewnętrzna kondensatora $2,67 \text{ m}^2$ zatem powierzchnia całkowita $37,63 \text{ m}^2$. Skroplenie pary odwrotnej nie jest wprowadzane całkowicie, lecz nieznaćne jej ilości wydobywające się bez szumu nie stanowią wielkiej wady.

Ciężar maszyny próżnej wynosi 6780 kgm. , w stanie gotowości do jazdy 8745 kgm.

Zbiornik dla ochrony od oziębiania jest pokryty najpierw cienką blachą w odległości 35 mm od ścian, na którą przychodzi bezpośrednio warstwa korka 65 mm grubości, to zaś wszystko pokryte jest klepkami drewnianymi podobnie jak cylindry maszyn parowych.

Według doświadczeń czynionych w zakładach *Cailla* (w Paryżu), ciśnienie zmniejsza się w ziemie o jedną atmosferę w przeciągu 4 godzin czyli o $\frac{1}{4}$ atmosfery na godzinę.

Obrachunki co do zużycowania opału w maszynach działających na linii z Rueil do Marly, stwierdzają że: parowozy z ogniskami i rurami *pionowymi* zużywają średnio na przestrzeni $14\,850$ metrów $77,94 \text{ kgr.}$ mieszaniny pół na pół koksu i węgla kostkowego, co wynosi w stosunku 44 fr. za tonnę — $3,43$ franka.

Parowozy z ogniskiem i rurami płomiennymi poziomymi, w tych samych warunkach zużywają $73,09 \text{ kgr.}$ tegoż samego paliwa, co kosztuje $3,21$ franków, kocioł zaś stały w Port-Marly, zasilaający parowozy bez ogniska zużywa dla tej samej obsługi na przestrzeni $14\,600$ metrów, co następuje: 26 kgr. węgla na wytworzenie pary potrzebnej do zasilenia zbiornika parowozu, 7 kgm. na podniesienie pary do żądanego ciśnienia (kocioł jest obmurowany) i 17 kgm. w czasie służby maszyny na linii; ostatni ten rozchód wcaleby nie istniał, gdyby bez przerwy, jeden parowóz po drugim napełniał się parą z kotła. Tak więc w najgorszych warunkach, do wytworzenia potrzebnej ilości pary zużywa się 50 kgm. węgla zwyczajnego bez dodatku koksu, czyli licząc takowy po 30 franków za tonnę, — za $1,50$ franka.

Porównyując liczby $3,43$ i $3,21$ z jednej, zaś $1,50$ franka z drugiej, widzimy iż przewaga oszczędności jest po stronie parowozu bez ogniska; takowa byłaby jeszcze większą, gdyby ko-

ciel na stacyi przez cały czas swojego działania był istotnie czynny t. j. gdyby napelniał maszyny jedną za drugą.

Do tej głównej oszczędności na paliwie należy dodać korzyść z pozbycia się dymu, co nie tylko stanowi rzecz niezmiernie ważną ze względu na publiczność, ale nadto pozwala daleko dłużej i mniej szym kosztem utrzymać w porządku tak sam parowóz jak i wagon, w którym ściany, firanki, poduszki i t. p. nie tak prędko się brudzą i niszczą.

Natomiast przybywa koszt sprawienia i obsługi kotłów na stacyi Jakkolwiek pierwotne urządzenie całkowite stacyi wraz z odpowiednią liczbą parowozów bez ogniska, może kosztować więcej, niż odpowiednia liczba parowozów zwyczajnych, to z drugiej strony z powodu wielkiej oszczędności na paliwie można się spodziewać że kosztą wyzysku wraz z umorzeniem kapitału nakładowego, jeśli nie wypadną mniejsze, to co najwyżej takie same jak w drugim razie.

Zresztą sam wydatek nie może służyć za miarę porównania obu systemów, wzgląd bowiem na wygodę publiczną musi mieć pierwsze miejsce, niebezpieczeństwo zaś od ognia jakie przedstawiają parowozy zwykłego systemu, nie pozwala na ich zastosowanie w miejscowościach zamieszkałych.
