

Opalanie lokomotyw ropą.

Ciągłe i stałe wzmaganie się produkcji ropy na północnem Podkarpaciu w kraju naszym od roku 1874 (roczna produkcya wynosiła 20.927 t.) aż po rok 1901 (roczna produkcya wynosiła 452.200 t.) przy równoczesnem nie odpowiedniem zapotrzebowaniu i trudnym zbycie tego produktu surowego naprowadziły producentów ropy do użycia jej do celów opałowych zastępując nią — węgle sprowadzone z zagłębia Szląska pruskiego.

Już w r. 1902 przeprowadzone próby opalania lokomotyw ropą, wykazały nadzwyczaj pomyślne rezultaty tak, że zarząd austriackich kolei państw. oświadczył gotowość pod pewnymi z góry oznaczonemi warunkami używać ropału jako materiału opałowego dla lokomotyw.

Zarząd austriackich państw. dróg żelaznych żądał ze względów na bardzo znaczne w tym celu przeprowadzić się mające inwestycje — zawarcie umowy na dostawę około 50.000 ton materiału opałowego płynnego rocznie, na przeciąg najmniej lat 10 z tym warunkiem żeby ropa opałowa miała punkt zapalności dopiero przy $+100^{\circ}\text{C}$ temperatury podgrzania.

Ten ostatni warunek podyktowało doświadczenie i obawa przed możliwą eksplozją, — gdyż surowa ropa galicyjska już przy $+0^{\circ}\text{C}$ jest łatwo zapalna i z tego powodu nasuwa specjalnie wielkie niebezpieczeństwa przy spalaniu na lokomotywie i przy użyciu w tak wielkich masach w rozdrobnieniu na poszczególne lokomotywy.

Gdy wreszcie studia przedsięwzięte w ościennych państwach, które do opalania lokomotyw także używają płynnych materiałów — wykazały, że ustawowo dozwolone jest użycie tych materiałów płynnych tylko o wysokim stopniu zapalności, ($+80 - 100^{\circ}\text{C}$.) przeto i u nas warunku tego nie pominięto pomimo usilnych starań oferentów.

Warunku tego oferenci przyjąć nie chcieli lub może nie mogli i układy kilkakrotnie rozbiły się, co na powodzenie samej sprawy bardzo źle wpłynęło.

Wobec założenia badań geologicznych zdaje się być produkcya ropy w niedalekiej przyszłości zapewnioną, gdyż piaskowiec roponośny o przeciętnej grubości warstwy wynoszącej 10 m., którego objętość wynosi około 800,000.000 m³ o zawartości ropy 1/10 objętości — wyda 80,000.000 m³.

Przy uwzględnieniu średniego ciężaru gatunkowego ropy 0.850 wyniesie spodziewana zawartość ropy około 68,000.000 ton, ilość, która na lat najmniej 30 największe nasze potrzeby pokryje.

Kopalnie ropy w Borysławiu i w Tuśtanowicach potwierdziły w części wyżej wymienione założenie i tak produkcye lat:

1902 —	576.000 t.
1903 —	713.330 t.
1904 —	827.116 t.
1905 —	801.796 t.
1906 —	760.443 t.
1907 —	1,172.911 t.
1908 —	1,754.022 t.

tak znacznie się wzmożły, że nastąpiła hyperprodukcja a skutkiem jej był spadek cen ropy tak znaczny, że koszty eksploatacji nie mogły być pokryte.

Upadek tak znacznego i u nas jedyne go przemysłu stał się nieuniknionym i tylko wydatna i energiczna pomoc rządu jak też i akcja celem wprowadzenia opalania lokomotyw ropą odbenzynowaną w bardzo znacznych rozmiarach zapobiegła fatalnym skutkom gwałtownego obniżania się cen ropy na ogólnym targu.

Licząc, że cała monarchia austro-węgierska przeciętnie potrzebuje na naftę świetlną i wszystkie gatunki benzyny najwyżej 600.000 ton ropy rocznie, a około 40.000 ton ropy surowej zużywa się rocznie do opalania kotłów parowych różnych zakładów przemysłowych, wypadnie z rachunku, gdy się jeszcze uwzględni, że około 400.000 ton ropy zużywa się na wytwarzanie nafty eksportowej, że w roku 1908 pozostało około 700.000 ton ropy bez użycia.

Zarząd kolei żelaznych uwzględniając krytyczne położenie przemysłu naftowego, postanowił w r. 1908 wprowadzić opalanie lokomotyw płynnym materiałem i wszedł z producentami ropy w bliższe pertraktacje.

Nadzwyczajna hyperprodukcja ropy przy braku odpowiedniego zbytu, spowodowała niżkę ceny ropy, która doszła do granic niebywałych, bo poniżej korony za celnar metryczny; tylko rozszerzenie zbytu mogło pomóc i wtedy to zarząd kolei państwowych przystąpił do sanacji upadającego największego przemysłu w naszym kraju.

Postanowiono więc opalać lokomotywy ropą.

Gdy jednak mimo usilnych starań i zabiegów ze strony producentów ropy i ich rzeczoznawców, użycie ropy surowej o niskim punkcie zapalności do opalania lokomotyw ze względów na niebezpieczeństwo ewentualnej eksplozji zostało wykluczonem, przyszło między nowo założonym związkiem krajowym producentów ropy a zarządem kolei państwowych do formalnego układu, mocą którego związek zobowiązał się dostarczyć od 1. listopada 1909 do 31. marca 1914 1.125.000 ton ropy odbenzynowanej, „ropału“, w rocznych ilościach po 225.000 ton po cenie odpowiadającej średniej cenie

jednej tony węgla normalnego zużytego w roku 1908 na wszystkich drogach żelaznych Galicyi i Bukowiny, przy uwzględnieniu i porównaniu wartości kalorycznej obu wymienionych materiałów opałowych.

Ropałem nazwano ropę odbenzynowaną, t. j. ropę surową, której odjęto drogą destylacji 25% składników najlżejszych, jak benzynę i najlżejszych gatunków nafty świetlnej.

Przez tę procedurę podnosi się punkt zapalności destylatu z 0° C. na 80—100° C. a tem samem wyklucza się możliwość łatwej zapalności i eksplozji.

Przy uwzględnieniu wszelkich manipulacji przy opalaniu lokomotyw i rozdrobieniu tej pracy na setki maszyn w ruchu będących nie było możliwem dopuścić ropę surową jako materiał opałowy w lokomotywach, nie narażając się już w pierwszych chwilach ruchu na niebezpieczeństwa, które by raz na zawsze użycie ropy na te cele wykluczyły.

Odbenzynowanie ropy stało się więc głównym warunkiem przyjęcia do skutku układów, a kiedy związek producentów nie był w możności przeprowadzenia tej destylacji dla braku odpowiednich rafinerii względnie destylarni, postanowił zarząd państw. kolei żelaznych wybudować bardzo znacznymi kosztami zakład dla odbenzynowania ropy i postanowił wydzierżawić go również związkowi producentów ropy.

W tym zakładzie wytworzony ropął miano oddawać w przepisanych ilościach dziennych zarządowi kolei państwowych, a najbardziej wartościowe części składowe, jak benzyny i nafty świetlne w najlepszych gatunkach zostawały własnością związku.

Ropał wyprodukowany ma odpowiadać przepisany warunek i posiadać punkt zapalności przy + 80—100° C., punkt skrzepnięcia najwyżej przy + 20° C. Ciężar gatunkowy ma wynosić 0.880—0.910 i musi być wolny od wszelkich przymieszek ciał stałych, zanieczyszczeń i wody.

Dalej wartość opałowa ropąłu musi wynosić najmniej 10.000 kaloryi, przyczem sprawność preparowania ma być dwunastokrotną.

Zarząd kolei państw. postanowił dalej użycie ropąłu do opalania lokomot na

wszystkich kolejach państw. w Galicyi i na Bukowinie i przeprowadził wielkie odpowiednie i potrzebne urządzenia w tak wielkich rozmiarach i w tak dobranych formach konstrukcyjnych, że ustalenie tego systemu opalania jest zapewnione.

Miljony ofiarowane na wymienione cele i stanowiąca do tej chwili u nas prawie nieznaną decyzja i energia, z jaką akcyę całą przeprowadzono, dały w krótkim czasie spodziewane rezultaty, bo już w kilka tygodni po zawarciu układów dostawy ropy i rozpoczęciu budowy odbenzyniarni i urządzeń lokomotyw jak też i stacyi, nastąpiła na targu naftowym zwyżka ceny ropy a mianowicie od marca 1909 0.90 kor. do czerwca 1910 na 3.50 kor.

Od tej chwili zaczynają się najrozmaitsze przeciwdziałania bloku rafinerów, trustu producentów amerykańskich i t. p. krecia robota konkurencyi kupieckiej, których opisywać na tem miejscu nie mogę ze względu, że rzecz sama nie jest właściwym tematem niniejszego odczytu.

Dla wprowadzenia opalania lokomotyw ropą zarząd kolejowy następujące inwestycje:

1. budowa odbenzyniarni w Drohobyczu,
2. urządzeń lokomotyw,
3. wybudowanie odpowiedniej ilości stacyi ropowych do zaopatrzenia lokomotyw w ropę i wreszcie
4. sprawienie wozów cysternowych trzosiowych do przewożenia ropy z Drohobycza do wyżej wymienionych stacyi.

Nadmienić muszę, że budowa zbiorni-

ków zapasowych wraz z tłoczniami w Modryczu i Kołpcu jest również dziełem rządu.

W następnym wywodzie pozwolę sobie poszczególne budowle, zakłady i urządzenia bliżej opisać i tylko o tem obszerniej mówić, co jest w bezpośrednim związku z opalaniem lokomotyw ropą.

Jak już wspomniałem, na wstępie zarząd kolei państwowych przystąpił do opalania lokomotyw płynnym materiałem tylko pod tym warunkiem, że materiały ten nie przedstawi jakiegokolwiek niebezpieczeństwa eksplozyi, czyli że będzie mieć obok wszelkich innych wymaganych własności także wysoki punkt zapalności.

Warunek ten wymagał odbenzynowania ropy, t. j. przygotowania ropy, który otrzymujemy w obszernej destylarni przez zwykłą destylacyę ropy.

Zakład ten nazwany „c. k. fabryka olei mineralnych“, zbudowano kosztem około 6,000.000 kor. obok stacyi Drohobycza na obszarze 23 hkt., wznosząc destylarnię ropy na przedestyłowanie bez przerwy co najmniej 100 cystern ropy dziennie, z odpowiedniami rafineriami nafty i benzyny, jak też i rektyfikacyą benzyny.

Jako urządzenia pomocnicze powstały:

a) Centralna kotłownia z 6 kotłami Tischbeina, każdy o 220 m² powierzchni ogrzew. i ciśnieniu 10 atm.; przegrzewaczami pary po 35 m², opalanych ropą, zapomocą ciśnienia powietrza (syst. Rossi, wykonany przez firmę Dürr-Gehre-Mödling).

b) Centrala dla przenoszenia siły i światła,

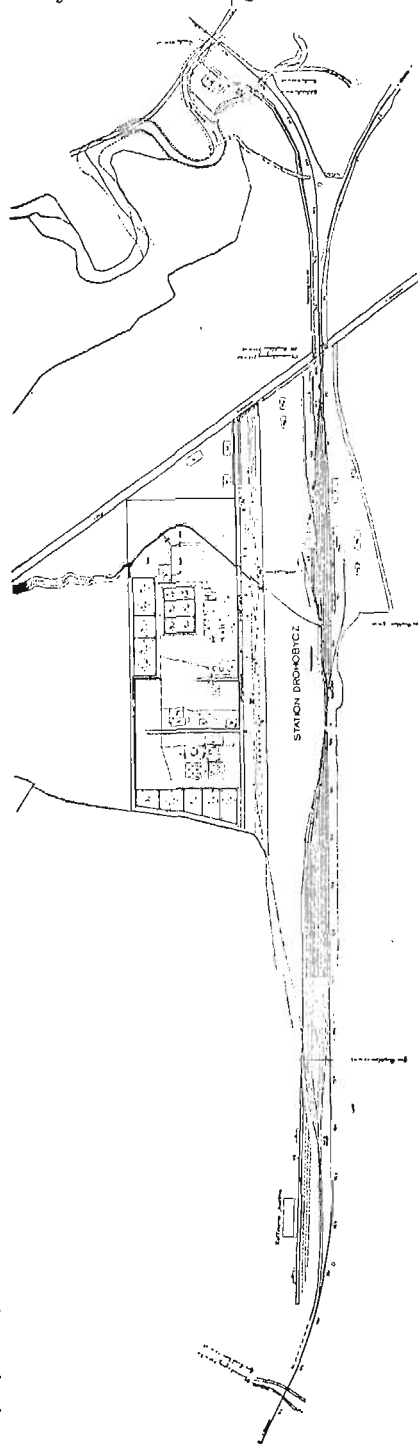


Figura 1.

w której umieszczono 2 dynamo-maszyny, każda o 150 kilwoltamp. przy 750 obrotach na minutę, o prądzie zmiennym 210/120 Voltach przy 50 periodach.

Dla bardziej odległych urządzeń w odbenzyniarni i dla stacyi wodnej przemienia się ten prąd do 2.500 V. zapomocą 4 odpowiednio rozmieszczonych transformatorów.

Do popędu tych dynamo-maszyn służą 2 agregaty parowe syst. sprzęgniętego z kondenzacją, i możliwością każdorazowego wyłączenia kondenzacji.

Cylindry parowe o wysokim ciśnieniu mają stawidła wentylowe, cylindry o niskim ciśnieniu o stawidle tłokowem i posiadają następujące wymiary:

motor mniejszy o 130 HP;

cylinder o wysokim ciśnieniu: śred. 300 mm. skok 400 mm.;

cylinder o niskim ciśnieniu: śred. 475 mm. skok 400 mm. 190 obrotów na minutę; motor większy o 190 HP.;

cylinder o wysokim ciśnieniu: śred. 375 mm.;

cylinder o niskim ciśnieniu śred. 600 mm.;

skok wspólny 400 mm., liczba obrotów 180 na min.;

c) Tłocznie ropy w Modryczu i Kołpcu, do przetłaczania ropy ze zbiorników ziemnych do odbenzyniarni rurociągiem z rur Mannesmanowskich o śred. wewnętrz. 5" i 6";

d) Stacya wodna nadTyśmienicą o sprawności 300 m³ wody na godzinę. Zakład ten posiada 2 pompy o wydajności 150 m³ na godzinę z przeniesieniem Wüsta, wielkie filtry w betonie na odpowiednie ilości wody z rurociągiem wodnym tłoczącym, długim na 1578 m. i o śred. 300 mm.

e) Wodociągi wewnątrz odbenzyniarni o długości około 2000 m. i śred. od 50—250 mm., posiadają 31 zasuw i 22 hydrantów.

f) Oświetlenie wewnętrzne posiada 579 lamp żarowych, oświetlenie zewnętrzne zapomocą 30 lamp łukowych. Wszystkie lampy w zakładach, gdzie jest niebezpieczeństwo eksplozyi, zaopatrzone są w odpowiednie klosze bezpieczeństwa.

g) W odbenzyniarni znajdują się 4 tłocznie z odpowiedniami pompami i tak: w centralnej tłoczni są 2 pompy po 66 m³ dla ropątu na godzinę, 2 takie same pompy dla

destylatów naftowych i 2 pompy o sprawności po 33 m³ na godzinę dla benzyny; oprócz tego ustawiono tu kompresor syst. Köstera (120 m³ powietrza na godzinę, o ciśnieniu 5 atm.). W tłoczni naftowej znajdują się 3 pompy o sprawności po 33 m³ na godzinę i 2 kompresory syst. Köstera, jeden o sprawności 120 m³ na godzinę i 5 atm. ciśnienia, drugi o 600 m³, o ciśnieniu 2 atm.

W tłoczni ropalowej umieszczono 3 pompy: jedna o sprawności 150 m³, następne 2 po 90 m³ na godzinę.

Wszystkie pompy są systemu Duplex, a tłoki wykonane z brązu.

h) Celem zdeponowania ropy, ropątu i destylatów wybudowano 16 żelaznych zbiorników a mianowicie:

zbiorniki	o śred.	wysok.
4 na ropą	25 m	10.8 m
1 benzynę sur.	18 "	10.0 "
2 na naft. dest.	25 "	10.8 "
3 " ropę	21 "	11.2 "
2 " lekką benzynę	11 "	8.1 "
2 " rektf. benzynę	16 "	9.2 "
2 " rafin. naftę	18 "	10.0 "

Wszystkie na ropą i ropę przeznaczone zbiorniki posiadają odpowiednie węzownice do podgrzewania, celem umożliwienia przepompowania tych płynów, które przy + 20° C. są jeszcze skrzepłe.

i) W samej odbenzyniarni musiano w celu połączenia wszelkich zbiorników z odpowiedniami zakładami zbudować cały system rurociągów, których sieć bez względu na średnicę wynosi 7.921.03 m.

W cały rurociąg włączono 943 fasonów i armatur. — Rurociągi wykonano z rur Mannesmanowskich i odpowiednio do użycia „Thermalitem“ izolowano.

k. Celem umożliwienia wytransportowania ropątu i rektyfikatów benzyny i nafty wozami cysternowymi urządzono mechaniczne nalewaki na benzynę składające się z 4 zbiorników 5 m wysoko ułożonych i zaopatrzonych w 5 ramion nalewakowych, — nalewaki dla nafty o 2 zbiornikach i 10 ramionach nalewakowych i wreszcie nalewaki dla ropątu o 15 dwustronnych (razem 30) ramionach nalewakowych.

W pierwszych dwóch nalewakach płyny spływają same, podczas gdy ropątu tłoczy się do nalewaków.

l) Wreszcie muszę wspomnieć o urządzeniach do czyszczenia wód opływowych, które według ostatniego rozporządzenia c. k. Namiestnictwa galic. muszą być tak odczyszczane przed opuszczeniem rafinerii, aby w litrze wody odpływowej nie było więcej jak 12 miligramów zanieczyszczeń.

To spowodowało kierownictwo budowy odbenzyniarni do wykonania urządzeń, które mogą postawić jako wzór.

Nie rozwodzę się nad konstrukcją i szczegółami tego zakładu, bo byłby to temat osobnego wykładu, ale pokrótce podam tylko daty, które dadzą obraz objętości i rozmiarów tej budowy.

Do ruchu odbenzyniarni, która ma dziennie najmniej 1000 ton — 100 cystern ropy przerobić, zapotrzebowanie wody wyniesie około 3600 m³.

Z tej ilości potrzeba 400 m ³	do kotłów, do chłodzenia destylatów	2900 m ³
	do rafinacji	120 „
	dla innych celów	180 „
		<u>razem 3600 m³</u>

Z tych ilości odpada około 15% przez przeparpowanie i ulatnianie się, reszta około 3000 m³ musi być jednak odczyszczona, jakkolwiek wody chłodzące nie są zanieczyszczone i służą do rozcieńczania wód nieczystych.

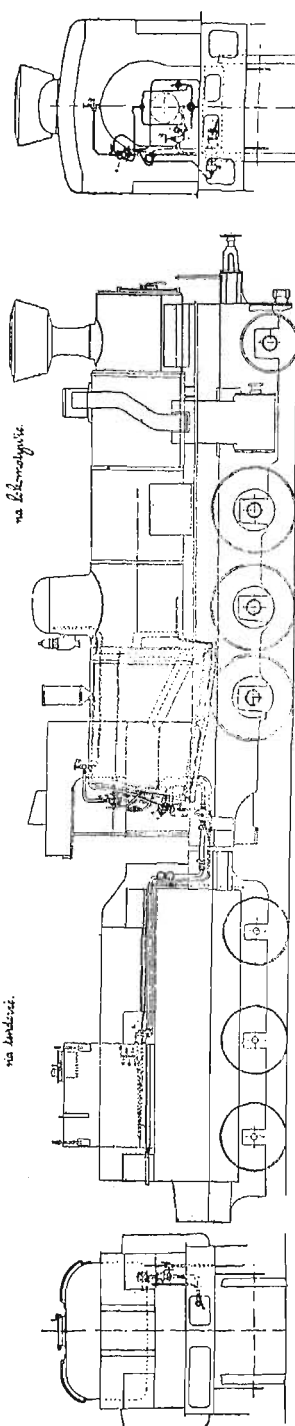
Czyszczenie to odbywa się kolejno w 3 klarownicach.

Wody z destylacji przepływają przez klarownicę dwukomorową z chyżością 0.16 m/sek.

Wody z rafinerii przepływają przez klarownicę złożoną z 12 komór z chyżością 0.4 m/sek.

Wody chłodzące i wszelkie inne wody opadowe (normalne) przepływają przez klarownicę główną złożoną z 14 komór z chyżością 1,7 m/sek.

Wody opadowe abnormalne, gwałtowne nawałnice wpadają wprost do stanów.



Opis urządzenia lokomotyw.

Na podstawie przeprowadzonych prób w roku 1902, jak też na podstawie nabytego doświadczenia przyjęto do opalania lokomotyw ropę odbenzynowaną zwaną: ropą, jak też i system opalania zapomocą rozpylania ropą parą przy użyciu smoczków, systemu Holden-Hardy.

System ten pozwala na równoczesne spalanie węgla, jak też i przejście na wyłączne opalanie ropą lub też węglem.

Urządzenie opalania ropą widoczne z załączonego rysunku Nr. 1. składa się z urządzenia lokomotyw jak też i tendra.

Ropa potrzebny do opalania mieści się w zbiorniku na tendrze. Za pomocą przewodów doprowadza się ropą do smoczków (fig. Nr. 3.) umieszczonych na kołomotywie. Na każdej lokomotywie umieszczone są dwa smoczki, na lokomotywach o mniejszej powierzchni ogrzewalnej jak też na lokomotywach tendrowych umieszczony jest tylko jeden smoczek.

Ropa potrzebny do spalania dopływa do smoczka „O“, para zaś o wielkiej prędkości wypływowej doprowadzona przewodem „p“ ssie ropą i rozpyla go w skrzyni ogniowej.

Dopływ ropą reguluje się zapomocą wentyla „R“ (rys. Nr. 2).

Do ssania jak też i rozpylania ropą — również do innych celów potrzebną parą — dostarcza kocioł lokomotywy a mianowicie zapomocą przewodu rurowego doprowadza

się parę ze zbiornika parowego umieszczonego na kotle (para sucha) do wentyla „D“, a stąd do rozdzielacza pary „V“.

Rozdzielacz ten skombinowany pierwotnie z kurków, które z powodu swej nieuszczelnosci w krótkim czasie zastąpione wentylami, dostarcza potrzebną parę do smoczków — do podgrzewania ropy w podgrzewaczu „w“ na lokomotywie, jak też i w zbiorniku na tendrze — do przedmuchiwania smoczków i przewodu ropalowego od wentyla regulującego dopływ ropy aż do tendra.

opalania węglem. Ruszt pokryty jest tylko warstwą pośluzonej, przepalanej cegły ogniotrwałej.

Ropa potrzebny do spalania znajduje się na tendrze w zbiorniku z blachy żelaznej, o pojemności 4. 2, 5. 6, 6. 3 m³.

Wężownica z rury miedzianej o przekroju 20/24 mm. i powierzchni ogrzewalnej 1,2 m² podgrzewa ropę do temperatury 40° C.

Do mierzenia stanu ropy służy sztabka drewniana z podziałką.

Na górnym dnie zbiornika znajduje się

*Smoczek ropalowy
z wylotem i ulazem łazika.*

1:2.

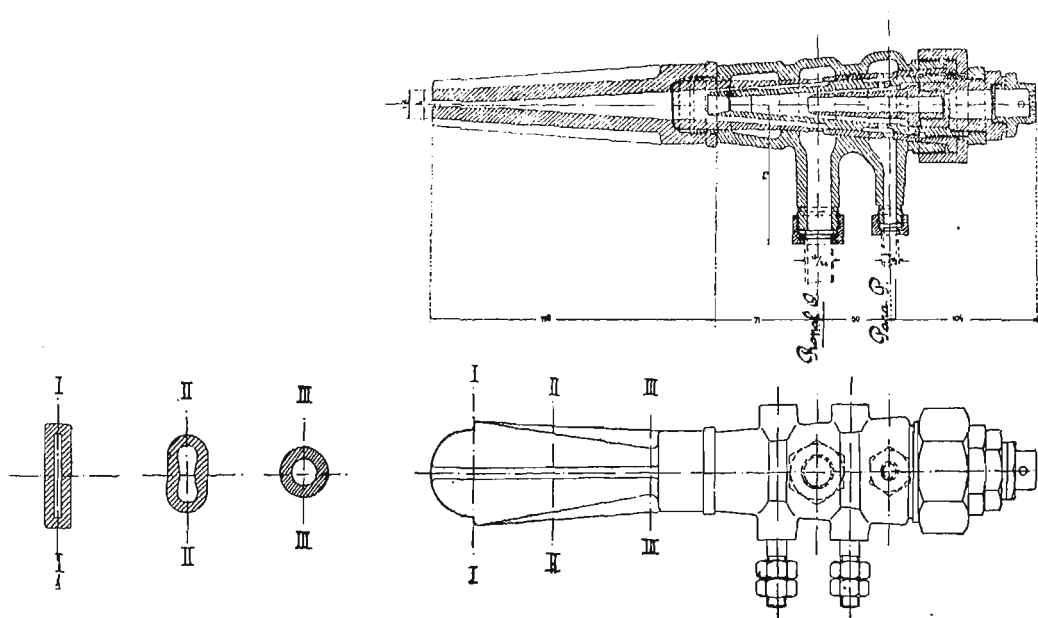


Fig. 3.

Skrzynia ogniowa lokomotywy murowana jest tylko w części a mianowicie całe normalne sklepienie, ściany boczne w całej swej długości i ściana pod sklepieniem do wysokości sklepienia.

Wymurowanie to ma na celu po części ochraniać ściany przed szkodliwym działaniem silnego ognia, jak też nagromadzić ciepło.

Zastosowując wymurowanie skrzyni ogniowej musiano mieć na względzie prostą jego konstrukcję, któraby dozwalała także rychle usunięcie wymurowania. Dlatego też przy tym sposobie murowania ruszta pozostały wolne, co umożliwia łatwe przejście do

otwór ze sitem do napełniania. Na przykrywie tego otworu umieszczony jest wentyl do przepuszczania gazów, tworzących się wewnątrz zbiornika.

Przewody ropalowe jak też parowe umieszczone na tendrze i lokomotywie połączone są ze sobą zapomocą giętkich węzów metalowych.

Do ssania ropy potrzebna jest para o pewnym ciśnieniu. Ciśnienie to u lokomotywy bez pary a więc lokomotywy zimnej można otrzymać, spalając pod kotłem lokomotywy trzaski lub węgiel, aż do otrzymania ciśnienia pary przynajmniej 2 atm. lub biorąc

parę z rozdzielacza lokomotywy w parze będącej i doprowadzając ją do rozdzielacza lokomotywy zimnej przez połączenie obu rozdzielaczy węzłem metalowym.

Z powodu wysokiej temperatury spalania ropy najprędzej rozgrzewają się ściany pod sklepieniem, podczas gdy dolne części tych ścian tuż przy pierścieniu usztywniającym są zimne, a wskutek nierównomiernego ogrzewania się ścian następuje zła cyrkulacja wody.

Czy to przypuszczenie jest słusznem okazała dalsze doświadczenia.

Sprawność jednego smoczka systemu Holden-Hardy przy ciśnieniu pary 10 atm. i temperaturze ropy 400 C. wynosi 625 litr na godzinę, czyli dwa smoczki umieszczone na maszynie dają 1250 litrów albo 1125 kg. ropy na godzinę.

Ilość ta ropy (przy 12-krotemu przeparu) przeparuje w godzinie $1125 \times 12 = 13.500$ kg. wody.

Największe kotły lokomotyw n. p. Ser. 210 lub 180 wytwarzają w godzinie ilość pary liczona według wzoru:

$$\text{dla Ser. 210} \dots d = (180 + 1.4v) H_r \times \sqrt{\frac{R}{H_r}}$$

przyczem v = sr. pręđ. jazdy na godzinę = 65 klm. $H_r = H_i + 5.14 H_d$

H_i = pow. ogrzew. rurek płon. = 277.3 m²

H_d = „ „ skrzyni ogniow. = 15.1 m²

R = „ „ rusztu 4.61 m²

z tego wynika $d = 11.000$ kg. pary na godzinę.

$$\text{dla Ser. 180} \dots d = 220 H_r \times \sqrt{\frac{R}{H_r}}$$

przyczem $H_i = 190.1$ m²

$H_d = 11.7$ „

$R = 3.0$ „

czyli $d = 12300$ kg. pary na godzinę.

Widzimy więc, że przy forsownem paleniu dwa smoczki wystarczają zupełnie do otrzymania potrzebnej ilości pary.

Przy lokomotywach o małej skrzyni ogniowej, których kotły wytwarzają max. 6500 kg. pary na godzinę — wystarczy zupełnie jeden smoczek.

W tym wypadku smoczek ten umieszczony jest w drzwiczkach ogniowych.

Wspomnieć tu należy, że podczas jazd próbnych wystarczała zupełnie połowa tej ilości ropy — jaką dostarczają obydwie smoczki.

Ilość pary potrzebna do pędzenia smoczków liczona według wzoru.

$$G_{kg} = 199 \cdot F \sqrt{\frac{p_1}{v}}$$

przyczem F . powierzchnia przekroju dyszy parowej w metrach kwadratowych:

p_1 = ciśnienie pary

v = objętość właściwa odpowiadająca temu ciśnieniu.

G_{kg} = ilość pary w kg. na sek. i jeden smoczek.

Przyjawszy

$p_1 = 15$ atm.

$v = 0.13601$.

$G_{kg} = 0.198$ kg. pary na sek. i jeden smoczek, albo:

$G_{kg} = 1400$ kg. parę na godzinę i dwa smoczki, jeśli zaś:

$p_1 = 12$ atm.

$v = 0.1678$.

$G_{kg} = 0.16$ kg. pary na sek. i jeden smoczek, albo:

$G_{kg} = 1152$ kg. pary na godzinę i dwa smoczki.

Ilość pary potrzebna do ssania ropy wyrażona w procentach ilości pary, którą kocioł lokom. Ser. 210 wytwarza na godzinę przedstawia się jak 13% a względnie 9.5%.

Ciśnienie pary opuszczającej dyszę parową $p_{mi} = 0.5744$ p,

przy czem p = ciśnienie pary przed smoczkiem.

Jeśli przyjmiemy:

$p_1 = 15$ atm. do 12 atm., to $p_{mi} = 8.61$ atm. względnie 6.9 atm.

Ciśnienie to wywołuje hałas i huk w skrzyni ogniowej.

Jeśli ciśnienie to p_{mi} będzie nieco większe aniżeli ciśnienie w skrzyni ogniowej, a więc jeśli $p_{mi} = 1$ atm., 1.5 atm., 2 atm. to ciśnienie pary, którą użyć się powinno do ssania:

$p_1 = 1.8$ atm. 2.6 atm. 3.5 atm.

Wskutek tego i ilość użytej pary w godzinie liczona według poprzedniego wzoru wyrażona w procentach ilości pary wytworzonej przez kocioł Ser. 210 przedstawia się jako 1.52%, 2.1% względnie 2.8%.

Prędkość pary o ciśnieniu $p_1 = 15, 12, 3.5, 2.6, 1.8$ atm. z jaką opuszcza para dyszę — według wzoru:

$$w = 323 \sqrt{p_1},$$

przedstawia się:

$w = 459, 458, 439, 438, 429$ mt. sek.

Prędkości te przy różnych ciśnieniach nie wiele się różnią; przyjąć więc można, że i ilości wyssanego ropału przy różnych tych ciśnieniach będą prawie te same — używając parę o ciśnieniu zredukowanym bądź to przez wentyl redukcyjny, bądź to przez expandowanie pary osiągnie się przez to nie tylko mniejsze zapotrzebowanie pary do rozpylania lecz funkcjonowanie smoczków bez hałasu.

Ażeby obliczyć ilość powietrza potrzebną do spalania 1 kg. ropału znany być musi skład chemiczny ropału.

Ropał jako pozostałość po oddzieleniu z ropy 5% benzyny i 20% nafty przedstawia się jako płyn ciemno-żółtawo-zielony o ciężarze właściwym 0.880—0.955 (przy $+5^{\circ}\text{C}$) przy temp. $+20$ do 25°C . jest gęsty zapalny dopiero powyżej $+80$ — 100°C .

Skład chemiczny ropału przeciętnie przedstawia się:

$$\text{C} = 86\%$$

$$\text{H} = 12\%$$

$$\text{O} = 2\%$$

Wartość opałowa ropału liczona ze składu chem. według ogólnie przyjętego

$$h = 8100 \times 0.86 + 2900 \left(0.12 - \frac{0.12}{8} \right)$$

$$10373 \text{ kal.}$$

mierzona kalorymetrem daje 11000 kal.

Wartość opałowa węgla o składzie chem.:

$$\text{C} = 79\%$$

$$\text{H} = 5.1\%$$

$$\text{O} = 10.3\%$$

$$\text{S} = 0.6\%$$

$$\text{W} = 2.5\%$$

liczona według tego wzoru

$$h = 7503 \text{ kal.}$$

kalorymetrem mierzono $h = 7508$ kal.

Stosunek wartości opałowych — ropału i węgla przedstawia się jak

$$\frac{10500}{7530} = 1.39.$$

Ze składu chem. ropału obliczyć można ilość powietrza potrzebną do spalania jednego kg. węgla lub ropału i to według wzoru:

$$L_{\text{kg}} = 11.6^{\circ}\text{C} + 34.7 \left(\text{H} = \frac{\text{O}}{8} \right) + 4.34 \text{ S.}$$

przy 0°C i 760 mm. ciś. pow.

dla ropału $L_{\text{kg}} = 14.80$ kg.

„ węgla „ = 10.5 „

czyli na wytworzenie tysiąca kal. ropałem potrzeba 1.33 kg. pow., węglem zaś 1.48 kg.

Przy opalaniu ropałem ilość powietrza potrzebna do spalania praktycznie oznaczyć potrzeba dla poszczególnych typów lokomotyw a reguluje się zapomocą warstwy szutru przepalanej cegły ogniotrwałej ułożonej na ruszcie.

Przy wysokiej warstwie szutru dopływ powietrza jest utrudniony — przy niskiej za wielki, regulując więc grubość warstwy szutru reguluje się i dopływ powietrza.

Przy dokładnem spalaniu ropału nie wytwarzają się dymy — okoliczność ta jest zasadą przyjętą przy tego rodzaju opalaniu.

Bezdynmiczne spalanie przy białym żarze jest oznaką należytego funkcjonowania aparatów i po barwie płomienia jak też wymurowania poznać można czy dopływ powietrza jest odpowiedni czy nie.

Temperatura spalania liczona teoretycznie przy użyciu ropału przedstawia się według wzoru:

$$T = y \frac{(1 - s) h}{(1 + v L_{\text{kg}}) C_{p(g)}} + t_a$$

przyczem

$$y = \text{dzielnosc spalania} = 0.9$$

$$s = \text{współ. prow.} = 0.3$$

$$h = \text{wartosc opał.} = 10500 \text{ kal.}$$

$$v = \text{nadmiar pow.} = 1.2$$

$$L = \text{ilosc pow.} = 14.8 \text{ kg.}$$

$$c_{p(g)} = \text{cieplo właś. gaz.} = 0.24$$

$$t_a = \text{temp. pow. wchodzącego do rusztu} = +18^{\circ}\text{C. czyli } T = 1480^{\circ}\text{C.}$$

przy spalaniu węgla:

$$h = 7050$$

$$L = 10.5 \text{ kg.}$$

$$T = 1016^{\circ}\text{C.}$$

Temperatura spalania mierzona pyrometrem le Chateliera — w skrzyniach ognio-owych lokomotyw kolei rosyjs. (Z. d. V. D. I. 1908) opalanych mazutem jest wyższą bo ponad 1600°C .

Temperatura gazów w dymnicy liczona według wzoru:

$$T_e = t + (T - t) \times e^{-\frac{H}{\theta}}$$

przyczem:

$$e^{-\frac{H}{\theta}} = 1 - y = 0.15 - 0.4$$

y = sprawność pow. ogrzew. = 0.60 — 0.85
 t = temp. wody w kotle przy 15 atm. = 197° C.
 przy opale ropą wynosi 400—500° C.
 „ „ węglem „ 340—400° C.

Wprawdzie temperatura gazów w dymnicy przy użyciu ropy jest wyższą od temperatury gazów węglowych — jednak spadek temperatury przy ropale jest większy a więc lepsze wyzyskanie ciepła gazów.

Wyższa temperatura gazów w dymnicy a więc i przy końcu rurek płomiennych, przedstawia wielkie korzyści przy zastosowaniu przegranej pary.

Nietylko większa wartość opałowa jest ważną przy opalaniu ropą, lecz i samo bezdymne a więc zupełne spalanie odgrywa wielką rolę, ze względów ekonomicznych, jak też ze względów techniczno-ruchowych.

Wskutek zaprowadzania tego sposobu opalania usuwają się wszelkie z opalania węglem wynikające niedogodności, jak przy przejeździe długich tuneli i wielkich miast, następnie w czasie posuch zapalania traw lub traw suchych.

Przy opalaniu ropą jest łatwiejszą i lżejszą służba palacza wskutek tego i większe bezpieczeństwo ruchu, bo palacz przy tej lekkiej ograniczającej się tylko do regulowania dopływu ropy — pracy — może zwracać na sygnały większą uwagę.

Przed definitywnem i regularnem zaprowadzeniem opalaniu ropą wyszkolono cały personal i to naprzód pouczając go o całym urządzeniu, później przeprowadzając z nim próbne jazdy.

Porządek otwierania wentyli przy opalaniu ropą jest następujący:

1. otwarcie głównego wentyla parowego;
2. otwarcie wentyla doprowadzającego parę do smoczków;
3. otwarcie wentyla ropowego.

Porządek ten musi być ściśle zachowany, a przy odstawieniu palenia należy czynności te wykonać w porządku odwrotnym.

Przy funkcyonowaniu smoczków podczas postoju lokomotywy musi być wytworzony sztuczny przeciąg w kominie.

W przeciwnym wypadku wskutek braku przeciągu wraca się płomień przez drzwiczki ogniowe, opóźnia wytwarzanie się pary w samym kotle a wydostający się płomień może poparzyć ludzi zajętych na maszynie.

Wskutek silnego wytwarzania się pary szczególnie uważać potrzeba na stan wody w kotle.

Liczne próbne jazdy wykazały, że daleko korzystniej jest kocioł zasilać krótko lecz często, tak, żeby ciśnienie pary w kotle nie opadło i zawsze utrzymywać średni stan wody.

Ze względów, że temperatura spalania w skrzyni ogniowej jest bardzo wysoka, staje się niebezpieczeństwo wynikłe z odsłonięcia się górnej blachy skrzyni ogniowej tem łatwiejsze, a możliwość spalania się blachy tem większa.

Dopływ ropy reguluje się wentylem według dymu wychodzącego z komina lub też barwy płomienia w palenisku.

Ropa w zbiorniku na tendrze podgrzewa się do 40 C. wyższa temperatura sprawia ułatwianie się substancji zawartych w ropie a doświadczenie poucza, że w tym wypadku spotrzebowanie ropy jest znacznie większe.

Wadą tego systemu opalania ropą jest huk w skrzyni ogniowej, wskutek czego i sygnały dawane nie słyszy się lub też nie są tak wyraźne. Dopiero przy użyciu zredukowanego ciśnienia pary rozpylającej usunięto hałas towarzyszący spalaniu.

Zalety opalania lokomotyw ropą w porównaniu z opalaniem węglem przedstawiają się następująco:

1. Wysoka wartość opałowa.
2. Zupełne bezdymne spalanie a więc i lepsze wykorzystanie ciepła a temsamem znaczną ekonomią.
3. Spalania bez iskier a więc usunięcie pożarów lasów i domów położonych koło toru kolejowego.
4. Mniejsza praca palacza a przez to większe bezpieczeństwo ruchu.
5. Nie ma czyszczenia paleniska podczas zatrzymania się na stacyach a przez to przystanki mogą być krótsze a względnie personal może wypocząć.
6. Żadne pozostałości w popielniku a więc odpadają koszta oczyszczenia dołów, wywożenie popiołów.

Systemem tym urządzono 853 lokomotyw w Galicyi i Bukowinie.

Wprowadzenie tego systemu na drogach żelaznych lokalnych zostało również wdrożone.

Stacje ropałowe.

Zaprowadzenie opalania ropą spowodowało nie tylko odpowiednie urządzenia samych lokomotyw, lecz także i stacy cellem magazynowania ropy zapasowego i zaopatrywania lokomotyw z ropy.

Urządzenie stacy takich składa się więc z odpowiednio wielkich zbiorników dla magazynowania ropy i z budynków z urządzeniem mechanicznym do przepompowywania ropy z cystern do dużych zbiorników i zbiorników podręcznych jak też do napełniania lokomotyw.

Zbiorniki dla magazynowania ropy wykonane są w trzech wielkościach, i to: na 1000 m³, 500 i 250 m³. i rozmieszczone są tylko na znaczniejszych stacjach służby woźniczej.

Opis budynku ropalowego typ I.

Budynek podzielony na dwie części, jedna dla urządzenia mechanicznego ze zbiornikiem u góry i druga w której znajdują się kocioł i mały zbiornik na ropę służący do opalania kotła.

Kocioł służący do popędu pompy ssąco-tłoczącej o powierzchni ogrzewalnej 30 m² i

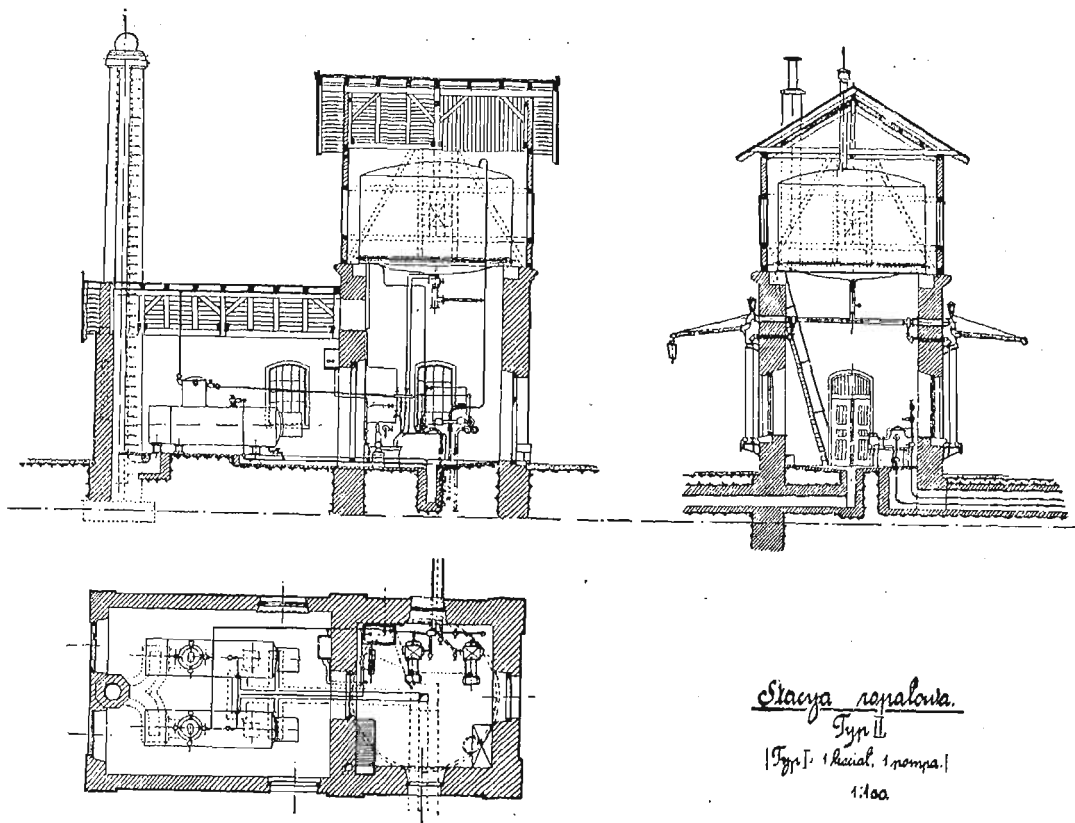


Fig. 4.

Stacy takich w Galicyi i Bukowinie jest 35.

Stosownie do ilości dziennego zapotrzebowania ropy urządzone są budynki ropalowe.

Są więc dwa typy budynków różniących się urządzeniem mechanicznym i to typ I. posiada jedną pompę ropalową i jeden kocioł parowy, typ II. dwie pompy i dwa kotły.

Typ pierwszy można łatwo uzupełnić i zmienić w typ drugi.

8 atm. ciśnienia pary, wykonany jak zwykłe kotły lokomobilowe o śred. 1300 mm. z 10 mm. blachy żelaznej, leżące o długości 5195 mm. Pomiędzy skrzynią ogniową a dymową znajdują się rurki ogniowe o długości 2600 mm. w śred. 51/46 mm.

Kocioł opalany ropą. Skrzynia ogniowa zbudowana jako walec cylindryczny o śred. 826 mm. a długości 2080 mm. wymurowana całkowicie cegłą ogniotrwałą.

Smoczek zwykłej konstrukcyi służący do rozpylania ropy umieszczony jest

w ścianie przedniej kotła. Powietrze potrzebne do spalania, doprowadza się przez otwory ściany przedniej, jak też przez otwory w cylindrycznej części skrzyni ogniowej. Otwory te zapomocą odpowiednich zasówek można zmniejszyć a przez to i dopływ powietrza odpowiednio regulować.

Kocioł jest zaopatrzony w zwykłą przepisaną armaturę.

Do zasilania kotła wodą ze zbiornika o pojemności 400 litr. służy pompka parowa „Wallis’a” dająca 3 m³. wody na godzinę, jako rezerwa służy smoczek ssący Körtinga.

Wodę potrzebną do zasilania kotła pobiera się z rurociągu wodnego stacji lub ogrzewalni lokomotywy.

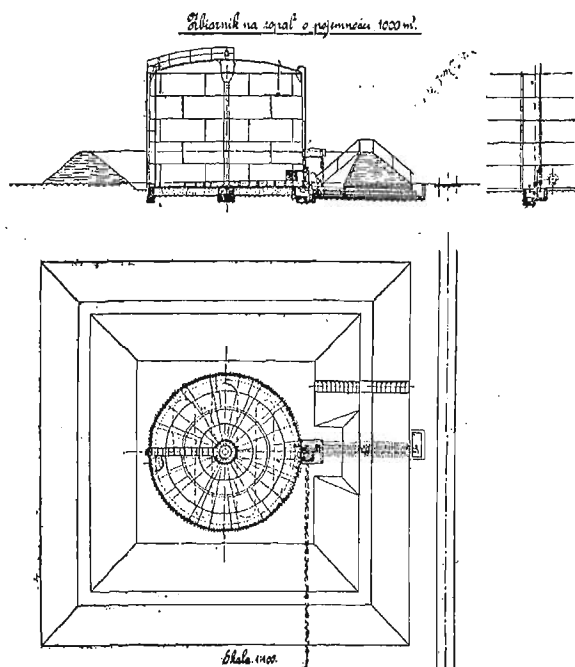


Fig. 5.

Do przetłaczania ropy z cystern do zbiorników głównych wolno stojących, lub do zbiornika mniejszego w budynku służy pompa podwójna ssąco-tłocząca. Wymiary jej są następujące:

średnica cylindra parowego	160 mm.
„ „ pompy	150 „
skok wspólny	150 „

Do napełniania zbiorników tendrowych ropą, służy zbiornik umieszczony w budynku, o pojemności 60 m³. Ropa w tym zbiorniku podgrzewa się zapomocą dwu węzownic i to jednej większej o powierzchni ogrzewalnej 3.65 m² o średnicy 51/46 mm., zastosowując parę wydechową pompy i dru-

giej mniejszej o powierzchni ogrzewalnej 1.7 m² o średnicy 38/33 1/2 mm., używając pary z kotła.

Średnica zbiornika 5210 mm., ściany blachy żelaznej grubej na 5 mm., wysokości części cylindrycznej zbiornika wynosi 2700 mm.

Zbiornik ten połączony jest rurociągiem z ruchomym nalewakiem ściennym do napełniania zbiorników na tendrze.

Stan ropą w zbiorniku podaje wskazówka na łacie pionowej z podziałką na metry sześciennne, umieszczonej wewnątrz budynku.

Stacje typu drugiego posiadają jak wspominałem dwa kotły i dwie pompy wymienionych konstrukcyi tak ze sobą połączone, że każdy agregat osobno lub na przemian w ruch wprowadzony być może (fig. 4.).

Para z kotłów dostaje się do rozdzielacza, a stąd przewodami do pomp ropowych, palników kotłowych smoczka i pompy zasilające kocioł do podgrzewania ropy w zbiorniku mniejszym jak też i w głównych zbiornikach i do podgrzewania ropy w wozach cysternowych.

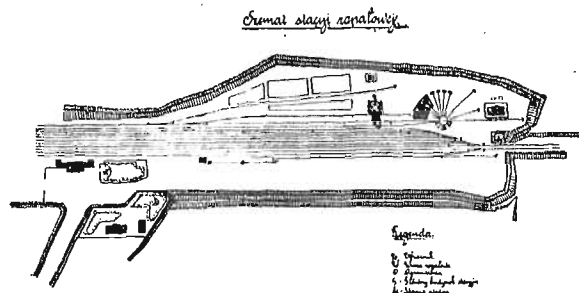


Fig. 6.

Przewody ssące i tłoczące w samym budynku, jak też przewody łączące główne wolno-stojące zbiorniki z pompami, wykonane są z rur żelaznych ciągniętych o średnicy 4.1/4".

Stacje ropowe z budynkami typu I. a więc o jednym kotle i jednej pompie zaopatrzone są w przyrząd umieszczony w ścianie budynku, który połączony z jednej strony z przewodem parowym na lokomotywie a z drugiej strony z przewodem parowym pompy ropowej umożliwia parą lokomotywy uruchomić pompę ropową bez użycia kotła stacyjnego.

Stacje, w których woda do zasilania kotłów parowych jest twarda otrzymały aparaty do miękczenia wody systemem Brazdy.

Zbiorniki do magazynowania ropy.

Zbiorniki te jak wspomniałem na początku wykonano w trzech wielkościach a mianowicie: o pojemności 1000 m³, 500 m³, 250 m³ (fig. 5.).

Wymiary tych zbiorników są następujące:

Zbior.	o pojem.	1000 m ³	śr.	12.1/2 m.	wys.	9.0
"	"	500 "	"	9.1/2 "	"	7.2
"	"	250 "	"	7.	"	7.0

Zbiorniki są osadzone na pierścieniowym fundamencie z cementu wykonane są z blachy żelaznej: dno z blachy 7 mm. grubiej, dach z blachy 4 mm., płaszcz 6 mm. do 4. mm.

Dach żelazny zbiorników o pojem. 1000 m³ i 500 m³ spoczywa na rurze umieszczonej wewnątrz zbiornika.

Na dachu zbiornika znajduje się rura do odprowadzenia tworzących się wewnątrz gazów i właz (drugi płaz znajduje się u dołu na płaszczu zbiornika).

Do odczytywania ilości ropy w zbiorniku służy podziatka umieszczona na zewnątrz.

Każdy zbiornik zaopatrzony jest w gromochron.

Ażeby ropa w przewodzie tłoczącym podczas zimy nie zamarzła, przewód ten połączony jest kolanem z przewodem ssącym.

Stacje o kilku zbiornikach są tak urządzone, że każdy można oddzielnie napełnić lub wypróżnić.

Do podgrzewania ropy w zbiornikach służy węzownica z rury żelaznej o śred. 76/67 mm. o powierzchni ogrzewalnej odpowiedniej do pojemności zbiornika i to:

przy pojem.	1000 m ³	pow. ogrz.	22.1/2 m ²
"	500 "	"	19.0 "
"	250 "	"	15.0 "

Węzownica ułożona w spadku tak, że woda skondenzowana spływa do kondensatora z automatycznym wypustem wody patentu Bolze.

Do wypróżnienia zupełnego zbiornika służy kurek umieszczony na dnie zbiornika.

Przewody osłonięte są masą izolującą „Thermalitem“, przewody pomiędzy budynkiem a zbiornikiem prowadzone są kanałem krytym.

Budynki ropowe stacji typu I. i II. są jednakowe (fig. 6.).

Zbiorniki główne otoczone są wałem ziemnym w celu ujęcia ropy w razie uszkodzenia zbiornika.

Wszelkie wymiary i konstrukcje budowlane przedstawiają załączone plany.