

INCALZIREA LOCOMOTIVELOR

CU RESTURI DIN DISTILAREA PETROLÉULUI

Incercările asupra încălzirii locomotivelor cu resturi de petroléu, au preocupat cu drept cuvînt și pe inginerii căilor noastre ferate ; România fiind o țară unde se găsește păcura în abundență, trebuia a se căuta ca resturile din distilațiunea petroléului să pótă fi întrebuintate ca combustibil.

Pînă în anul 1887 s'au făcut mai multe experiențe cu diferite aparate confecționate în atelierele de la București precum și streine, fără însă să se fi găsit o soluțiune satisfăcătoare. Domnul inginer T. Dragu, venind în capul serviciului atelierelor căilor ferate Române, a continuat acest studiū important și în fine după mai multe încercări care, nu pot țice de cât că sunt încoronate de succes, a stabilit typul de aparat precum și diferite instalațiuni necesare unei bune întrebuintări a rămășițelor de petroléu ca produțiune de calorie.

Deja sunt două locomotive exprese typ Orléans din acele opt cu No. 20 la 27 construite în 1886 de către Hanover'sche Maschinenbau-Actien Gesellschaft vorm G. Egestorff Linden v. Hannover după planurile d-lui inginer T. Dragu, cari sunt complet instalate pentru serviciū și altele sunt în lucru în atelierele din Bucuresci ; se așteptă terminarea instalațiunilor rezervoriilor din stații pentru a le pune în exploatare regulată.

Pentru moment, mă voi ocupa de studiul rămășițelor

de petrolu ca combustibil și avantajele ce am putea trage din întrebuințarea lor, rămând pentru numărul viitor, a da o descrițiune complectă asupra modificațiunilor aduse locomotivelor exprese No. 20 la 27 pentru încăldirea lor cu acest combustibil.

Resturile de petrolu ca combustibil.

Resturile de petrolu sunt clasate între combustibilii liquidi.

Culórea lor este de un verde măsliniu, au un miros bituminos puțin pronunțat și o densitate care variađă de la 0,940 la 1,000. La o temperatură de 5° grade centigrade devin fórte viscóse. Ele nu sunt periculóse și ori-ce temere de explosiune trebuie de înlăturat de óre-ce nu conțin materii volatile, ast-fel că punctul lor de inflamațiune e fórte rădicat, de la 100 la 120 grade.

Marea lor capacitate calorifică, prin urmare și putere de vaporisațiune, precum vom vedea mai înainte, ușurinta cu care se conduce încăldirea, curățenia pe mașină, și lipsa complectă de fum și scînteie sunt avantaje pute-nice în favórea acestui combustibil.

Să studiem dar rămășițele de petrolu comparativ cu cei-l'alți combustibili din punct de vedere al capacității calorifice, al puterei de vaporisațiune precum și din punct de vedere economic.

Capacitatea colorifică. — Calitatea unui combustibil solid sau liquid resultă din capacitatea sa calorifică. Capacitatea calorifică a unui combustibil este numărul de calorit pe carit disvoltă prin ardere, un kilogram pe combustibil; după Dulong. este egală cu suma capacităților calorifice al elementelor ce'l compun precum este carbunele și hydrogenul liber.

Prin urmare cunoscând compositiunea chimică a unui

corp, am putea calcula teoretic capacitatea sa calorifică.

Știind că proporțiunea azotului în compozițiunea combustibililor este foarte mică, am putea confunda oxygenul și azotul; pe de altă parte hydrogenul fiind combinat cu oxygenul în proporțiune de unul la opt pentru a forma apa de constituție, putem calcula cantitatea hydrogenului liber, care este :

$$H - \frac{O}{8}$$

Insemnând prin P capacitatea calorifică a unui corp combustibil; valoarea sa după formula lui Dulong pentru un combustibil curat este :

$$P = C \times 8080 + \left(H - \frac{O}{8} \right) \times 34.460$$

luând pentru capacitatea calorifică a cărbunelui 8800
și pentru cea a hydrogenului 34160

Adevărată capacitate calorifică însă este :

$$P' = P - P(a + b)$$

a , fiind în sutimi proporțiunea de apă și b proporțiunea de cenușă; presupunând că aburul de apă produs în timpul combustiunii ar fi condensat la 0° grade, restituind căldura totală de vaporizare, de asemenea și că, cenușa ar fi recită la 0° grade.

Aceasta însă nefiind exact, de oare-ce aburul eșind pe coș, duce cu el 637 calorii, căldura latentă de vaporizare la 100° ; dacă însemnăm prin c greutatea hydrogenului conținut într'un kilogram de combustibil, cantitatea apel vaporizate va fi $a + 9c$, prin urmare :

$$P' = P - P(a + b) - 606(a + 9c).$$

Aceste formule fiind stabilite se facem acum comparațiune între rămășițele de petrolu cu cărbunii Cardiff și cu ligniții din țară de la noi.

Compozițiunea chimică a rămășițelor de petrolu fiind în medie de :

0,86 Carbuni
 0,12 Hydrogen și
 0,02 Oxygen și Azot

Hydrogenul liber este egal cu

$$0,12 - \frac{0,02}{8} = 0,1175$$

Capacitatea calorifică

$$P = 0,86 \times 8080 + 0,1175 \times 34460 = 10907 \text{ calorii}$$

Și capacitatea adevărată:

$$P' = 10907 - 606 (9 \times 0,12) = 10343 \text{ calorii}$$

Compozițiunea chimică a Cardiffului o specialitate de cărbune gras foarte bun, care arde cu flacăra scurte, conținând puține hidrocarbure și ardând cu puțin fum. este în medie de :

0,89 Cărbune
 0,05 Hydrogen și
 0,06 Oxygen și Azot.

Hydrogenul liber este egal cu :

$$0,05 - \frac{0,06}{8} = 0,0425$$

Capacitatea calorifică

$$P = 0,89 \times 8080 + 0,0425 \times 34460 = 8655 \text{ calorii}$$

Și capacitatea adevărată

$$P' = 8655 - 606 (9 \times 0,05) = 8383 \text{ calorii}$$

Prin urmare, capacitatea calorifică a rămășițelor de petrol este pentru sută de :

$$\frac{10343 - 8383}{8383} \times 100 = 22 \text{ ori mai mare}$$

de cât a Cardiffului.

Noi am presupus un cărbune Cardiff pur, în realitate însă el conține tot-d'a-una în medie 0,02 apă și 0,10 cenușă, prin urmare

$$P' = 8383 \times 0,88 - 606 \times 0,02 = 7655$$

ast-fel că, capacitatea calorifică a rămășițelor de petro-

leu este de 40 ori mai mare de cât a Cardiffului și prin nrmare tot aceiași proporțiune va exista și între puterea lor de vaporisațiune.

Tabloul de mai jos cuprinde un resumat mædiu asupra capacității calorifice P și P' a diferiților combustibili calculate după formulele precedente, relativ la acea a remășișelor de petrolu luată ca unitate.

Tabloul No. 1.

Natura Combustibilului	Compoziția elementară			Capacitatea P Calorifică	A p a	Cenușa	Capacitatea P' Calorifică	Capacitatea Calorifică re- lativă
	C	H	O					
Resturi de petrolu	0,860	0,120	0,020	10997	—	—	10343	1,
Antracit	0,970	0,020	0,010	9392	0,020	0,040	8708	0,841
Cărbune Cardiff	0,890	0,050	0,060	8655	0,020	0,100	7365	0,712
Cărbune p forge	0,860	0,050	0,090	8280	0,020	0,100	7000	0,686
Cărbune ordinar	0,780	0,050	0,170	7288	0,020	0,100	6130	0,592
Lignită perfectă	0,720	0,060	0,220	6937	0,080	0,100	5313	0,513
Turbă perfectă	0,570	0,060	0,270	5075	0,150	0,100	3388	0,327
Lemn de ștejar	0,500	0,065	0,435	4406	0,150	0,020	3238	0,312

Din acest tablou vedem că: capacitatea calorifică a rămășițelor de petrolu este superioară celor-l'alți combustibili

Toate aceste calcule adevărate în teorie, nu se pot realiza în practică, de oare-ce o parte din căldură produsă prin ardere să perde sau prin radiațiune, sau prin coș cu gazurile combustiei care duc aproape de la 10% la 15% din capacitatea calorifică precum se vede în tabloul No. 2.*)

Calculul volumului de aer necesar combustiei.

Pentru a cunoaște volumul de aer necesar pentru arderea unui kilogram de combustibil, trebuie să calculăm volumul de aer trebuitor pentru a transforma hydrogenul și cărbunele lui în apă și acid carbonic.

Pentru aceasta știm că transformățiunea cărbunelui în acid carbonic are nevoie de 2^{kg}.667 de oxygen sau 8^{mc}.88 de aer de oare-ce un kilogram de oxygen se găsește în 8^{mc}.33 de aer și pentru acea a hydrogenului în apă 8^k. de oxigen sau 26^{mc}.64 de aer. Așa dar cunoscând cantitățile de cărbune și hydrogen liber conținute într'un kilogram de combustibil, putem deduce volumul de aer trebuitor la combustie, el este:

$$V = C \times 8^{mc},88 + \left(H - \frac{O}{8} \right) \times 26^{mc},64$$

și în kilograme $V \times 1,293$.

Este de observat însă că în practică, volumul de aer necesar pentru o bună ardere a combustibilului este mult mai mare de cât acel ce ne dă teoria; ast-fel pentru cazul locomotivelor unde avem o tragere silită, valoarea lui V pentru combustibilii solizi trebuie înmulțită cu un

*) Fînd-că pentru forma cuptorului, avem, nevoie de a ști volumul de aer necesar ccombustiei, de aceea am găsit de cuviință de a intercala aci și această cestiune.

coeficient egal cu 1,4 ; pentru cei liquizi rămâne tot V.

Să luăm spre exemplu un cardiff care conține 12° de apă și cenușe sau 0,88 de combustibil curat, deducem după tabloul No. 1 compoziția medie :

In cărbune	$0,890 \times 0,88 = 0,7832$
Hydrogen	$0,050 \times 0,88 = 0,0440$
Oxygen	$0,060 \times 0,88 = 0,0528$
Apă și cenușă	0,12
Total	1,0000

Hydrogenul liber fiind

$$0,0440 - \frac{0,0528}{8} = 0,0066$$

Volumul de aer teoretic va fi

$$V = 0,890 \times 8^{m.c.88} + 0,0066 \times 26^{m.c.64} = 8^{m.c.575}$$

In practică

$$W = 1,4 \quad V = 12^{m.c.005}$$

Volumul total W al gazurilor la temperatura t' al casei de fum ne dă volumul V' care trebuie să treacă prin coș.

$$V' = W (1 + 0,00367 t')$$

presupunind $t' = 300^{\circ}$

$$V' = 2,1 \quad W$$

pentru Cardiff $V' = 36^{m.c.010}$

Tabloul No. 2 ne dă și numărul de calorii ce duc afară gazurile combustiei, raportată la capacitatea calorifică P' și pe care le am calculat în modul următor :

Cunoscând numărul de kilograme de aer la temperatura t trebuitor pentru a arde un kilogram de combustibil, tot acest număr de kilograme de gazuri ese pe coș afară, însă la temperatura t' a casei de fum, așa că numărul caloriilor pierdute pentru $t = 15^{\circ}$ și $t = 300^{\circ}$; 0,25 fiind căldura specifică medie a gazurilor este :

$$W' = W \times 1,293 (t' - t) \times 0,25$$

care raportată la P' ne dă pentru ‰

$$\frac{W'}{P'} \times 100$$

pentru Cardiff este de 13,92 ‰

Tabloul No. 2.

NATURA combustibilului	COMPOZIȚIUNEA ELEMENTARA					W m c.	V, m. c.	W × 1,293 kg.	W' P'
	C	H	O	HO	cenușă				%
Răsturi de petrolu	0,8600	0,1200	0,0200	—	—	10,770	22,617	13,344	9,19
Antracit	0,9128	0,0188	0,0094	0,020	0,040	12,005	36,010	14,874	12,17
Cărbune Cardiff	0,7832	0,0440	0,0528	0,020	0,100	11,13	33,751	14,392	13,92
Cărbune p. forge	0,7568	0,0440	0,0792	0,020	0,100	10,680	22,428	13,232	14,46
Cărbune ordinar	0,6864	0,0440	0,1496	0,020	0,100	9,510	19,971	11,782	13,69
Lignită perfectă	0,5904	0,0492	0,1804	0,180	0,100	8,333	17,499	10,324	13,84
Turbă perfectă	0,4275	0,0450	0,2775	0,150	0,100	5,698	11,965	7,060	14,84
Lemn de ștejar	0,4150	0,0540	0,3610	0,150	0,020	5,481	11,510	6,790	14,94

Puterea de vaporisatiune. După Regnault și Zeuner cantitatea de căldură cuprinsă într'un kilogram de abur la presiunea efectivă de 9.5 atmosfere fiind de 662,14 calorii ; puterea de vaporisațiune teoretică a remășițelor de petrolu este de :

$$\frac{103,43}{662,14} = 15^{\text{kg}},61$$

Pentru Cardiff, punându-ne tot în aceleași condițiuni de presiune nu avem de cât

$$\frac{736,5}{662,14} = 11^{\text{kg}},12$$

prin urmare puterea de vaporisațiune a remășițelor de petrolu e de

$$\frac{15,61 - 11,12}{11,12} = 40 \text{ } \%$$

mai mare de cât a Cardiffului precum am spus deja.

În practica însă din cauza că o parte din căldura pro, dusă prin arderea unui corp se perde prin radiațiune, prin gazurile ce es pe coș și alte circumstanțe, nu putem obține de cât o cantitate mult mai mică de apa vaporisată pantru un kilogram de combustibil.

Domnul Sainte-Claire Deville dimpreună cu Domnii Sauvage et Dieudonné ; (v. pag. 513 Cours de machines marines par A. Bienaymé) făcând încercări cu uleiuri minerale pe locomotivele căilor ferate franceze d'Est, au găsit că consumațiunea de ulei mineral era numai $\frac{68}{100}$ din greutatea cokului și că vaporisa 11 litre de apă pentru un kilogram de combustibil în loc de 8.

Tot în acest uvrăgiu la aceeași pagină țice că: Les Forges et Chantiers au întreprins și ei încercări, însă cu uleiuri grele de o densitate 1,04, care au puțin miros, ne-dând de cât foarte puțin aburi și în fine ne-luând foc decât la o temperatură foarte înaltă ; rezultatele au fost că aceste uleiuri vaporisau până la 13 kg,3 de

apă pentru kilogram de combustibil în condițiuni unde cărbunele nu da decât 8kg,5. Consumațiunea uleiului se scoboară ast-fel în greutate la 0,56 din aceia a cărbunelui, însă prețul mare al uleiului făcea că kilogramul de abur costa de 5 ori mai mult în cât aicea consta inferioritatea lui, inferioritate care după cum spune autorul poate în viitor să dispară.

Noi suntem în cazul acest de pe urmă ca combustibil, și după experiențele făcute am ajunge la o vaporisațiune de 12^{kg}.25, după cum chiar Domnul Thomas Urquhart au obținut pe locomotivele liniei ferate Tsarit-sin-Griasi în Rusia. Cu ocașiunea încercării a treia locomotivă, se va calcula cu cea mai mare esactitate posibilă puterea de vaporisațiune după cantitatea de combustibil și apă ce se va întrebuița.

Dacă admitem pentru puterea de vaporisațiune a resturilor de petrolu 12^{kg}.25, pentru acea a cardiffului 7^{kg}.5 și pentru acea a lignitului din țară 4^{kg}.5 putem calcula costul unui kilogram de abur și deduce prin urmare maximul prețului pentru tona de resturi de petrolu

Insemnăm prin p_1 p_2 și p_3 prețul unei tone de combustibil petrolu, cardiff și lignit, costul unui kilogram de abur va fi :

$$\text{pentru resturi de petrolu} \quad \frac{12^{\text{kg}}.25 \cdot 1000}{p_1}$$

$$\text{pentru cardiff} \quad \frac{7^{\text{kg}}.5 \times 1000}{p_2}$$

$$\text{pentru lignit} \quad \frac{4^{\text{kg}}.5 \times 1000}{p_3}$$

De unde deducem :

$$\text{în raport cu Cardiff} \quad p_1 = \frac{12.25}{7.5} p_2 = 1,633 p_2$$

$$\text{în raport cu lignit} \quad p_1 = \frac{12.25}{4.5} p_3 = 2,722 p_3$$

Lignitele întrebuintate la căile ferate Române provenință de la Margineni nu dau mai mult ca 3^{kg.}5 de apă vaporisată pentru un kilogram de cărbune; numai lignitele de la Șoldănești, Dărmănești, Bahnu și Șotinga, a căror analiză a fost făcută în laboratorul de la școla de poduri și Șosele din București de către domnul profesor A. O. Saligni ar putea da 4^{kg.}5 ast-fel că:

$$p_1 = \frac{12.25}{3.5} \cdot p_3 = 3.5 p_3$$

Dacă ne luăm după prețurile din catalogul de materii de consumațiune al căilor ferate Române unde se găsește $p_1 = 42$, $p_2 = 32$ și $p_3 = 16$; avem pentru prețul maximum a rămășițelor de petrolu:

în raport cu Cardiff	$p_1 = 52.25$
» » » lignit bun	$p_1 = 43.55$
» » » lignit de Margineni	$p_1 = 56.00$

Tabloul No. 3 ne dă costul în centime a unui kilogram de abur și costul în mai mult sau beneficiul, în raport cu resturile de petrolu pentru o consumațiune anuală de trei milioane kg. de abur.

Tabloul No. 3

NATURA COMBUSTIBULUI	Greutatea de apă vaporisată teoretică kgr.	Greutatea de apă vaporisată practică kgr.	Costul în cen- time a unui kgr de abur	Costul a 3 milioane kg. de abur l. n.	Beneficiul re- alisat
Resturi de petrolu	15.61	12.25	0.343	10390	—
Cardiff	11.21	7.50	0.435	13050	2660
Ligniți perfecti	8.02	4.50	0.355	10650	260
Ligniți ordinari	—	3.50	0.457	13710	3320

Concluziune. — După tablouri și cele expuse până acuma, urmăză că rămășițele de petrolu dezvoltă o capacitate calorică superioară celor l'alți combustibili; că

atât cât prețul unei tone va rămânea inferior sumei de 43 l. n. 55 ele se pot întrebuința cu avantaj; însă pentru a avea o economie ar trebui ca prețurile lor să nu fie mai mare ca 40 lei de oare ce sunt cheltueli de prime instalațiuni, care trebuiesc a fi acoperite și în fine că pentru a avea un beneficiu real, ar trebui ca numărul locomotivelor încălzite cu resturi de petrolu să fie pe cât se póte mai mare.

(Va urma).

Ing. A. C. Cosmovici.

