O NOUA ORDINE DE IDEI

Pentru calcularea travailului maximal a șinei din calea ferată, și raționala distribuție a traverselor.

(Urmare)

CAPITOLUL II.

I. Influența elasticitățeí balastului asupra travaiului șinei din Calea ferată.

In capitolul precedent, publicat in No. 3 și 4 al buletinului, am presentat colegilor mei formulele pentru momentul maximal al șinei din cale.

După ce am dedus formula momentelor deasupra punctelor de reazem.

No. 19. $$M^m = -\frac{1}{24} Gl \frac{3 + 2n(n^2 - 1)\frac{p}{G}}{n - 1}$$

Momentul maximal la mijlocul panoului incărcat.

$$M^m = \frac{1}{4} Gl. - M'^m$$

In formula 19, *n* arată numĕrul panourilor neincărcate intre două roți (p), greutatea supra-structurei pro traversă, greutăți egale intre șine

Am aflat la valoarea $\frac{G}{p} = 66$

Maximum M^m la $n = 3$.

$$(-)\, M'^m = -\frac{1}{32} Gl \left[1 + 16\frac{p}{G}\right]$$

$$M^m = \frac{1}{4} Gl - M'^m = \frac{1}{32} Gl. \left[7 - 16\frac{p}{G}\right]$$

Am desvoltat mai departe că dacă traversele din dreapta și stânga panoului incărcat se tasează in balast până ce traversele săltate din panourile neincărcate ating patul lor p=o.—și s'au dedus form. 26./$_2$ '25) $M_m = \frac{7}{32} Gl = 0{,}218750 Gl$; $M_1 = 0.232422$ Gl.

Am accentuat in primul meŭ articol că aceste formule nu represintă maximul absolut al momentelor, ci numai momentele relativ maximale,—spre a putea fi comparate între dênsele.

Fie-care din aceste formule coprind în factorul comun H, o valóre încă necunoscută, un spor al greutățeí moarte, care spor se adaogă in urma elasticității, săltărei și șovăirei materialului rulant etc.

Ne propunem a determina prin următoarele influența elasticității balastului asupra momentului șinei din cale.

Inainte de a intra in desvoltarea formulelor, pentru moment imĭ voiu permite a recapitula aci câte-va noțiuni asupra elasticității.

I. Despre elasticitate

Acel corp il numim elastic, care se póte intinde sau comprima până la o limită oare-care, prin o putere esterioară, și care după incetarea acțiunei acestei puteri iși reia forma sa primitivă.

a) Acel corp are o putere elastică mai mare, care supórtă o putere mai mare pe unitatea de suprafață a secțiunei, pe lângă aceiași expansiune saŭ compresiune proporțională.

Să ne explicăm:

Să luăm două bare din diferite materiale, barele avênd aceeași secțiune transversală și aceiași lungime. Spre a lungi fie-care din aceste bare cu

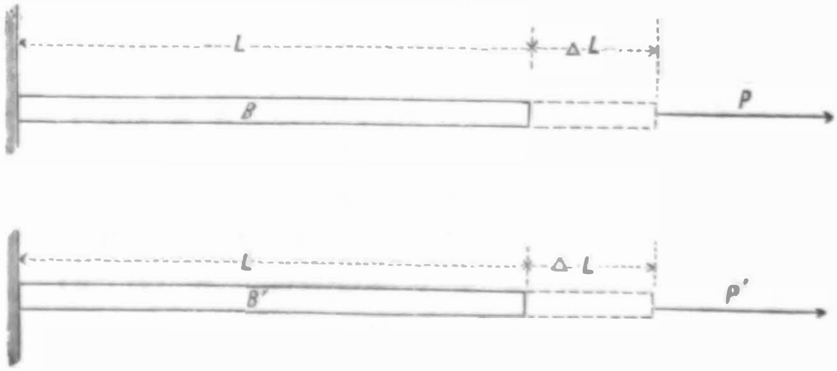

Fig. 17.

porțiunea egală △ L, va trebui să aplicăm la bara B puterea P, la bara B' puterea P'. Dacă P' > P vom zice că bara B' are mai mare resistență elastică de cât B.

b) Dacă luăm lungimea barei L și prelungirea sau comprimarea △ L; proporția $\frac{\triangle L}{L}$ este direct proporțională cu puterea pe unitatea de secțiune, care produce diformarea. Numind această valoare proporțională η

$$P = \eta \frac{\triangle L}{L}$$

$\frac{\triangle L}{L}$ este un numĕr proporțional, un cât.

Fiind că prin P se înțelege o putere în kgr. sau tone, urmează că și η va fi expresia unei puteri în kgr. ori tone.

Dacă în equațiunea de mai sus $\triangle L$ ajunge până la valoarea $= L$.

$$\frac{\triangle L}{L} = 1 \text{ va fi } P = \eta$$

Va să dică η este expresiunea acelei puteri care ar trebui aplicată spre a se prelungi bara cu $\triangle L = L$.

Tot în acest înțeles se va lua η și pentru compresiune.

Equațiunea de mai sus este însă valabilă numai între limitele elasticității.

Dacă vom exercita asupra unui triunchiu de înălțime z și cu suprafața secțiunei v, presiunea

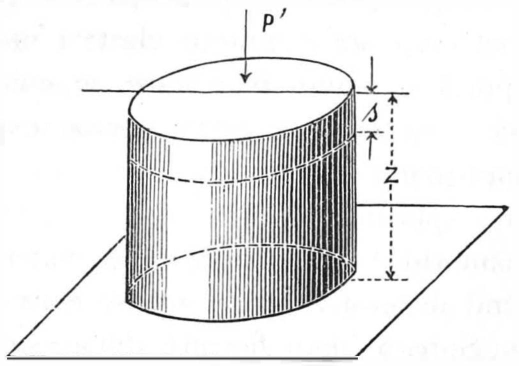

Fig. 18.

P′ se va comprima cu s.

Puterea repartisată pe unitatea de secțiune

$$P = \frac{P'}{v} = \eta \frac{s}{z}$$

fiind date P′ v, z, și putându-se mĕsura s, putem determina η ori-care ar fi materialul și ori-cari ar fi forma și dimensiunile trunchiului

$$\eta = \frac{P' \, z}{v \, s}$$

In equațiunea

$$P' = \eta \, v \left[\frac{s}{z}\right]$$

P′ arată întreaga putere ce s'au exercitat pe trunchiul de înălțime z cu suprafața v, spre a se comprima cu s.

Dacă acum în loc de un trunchiu isolat vom lua o masă, să zicem un strat de balast, de grosimea *z*, și vom apăsa un trunchiu rigid asupra stratului de balast între limita elasticității.

Trunchiul apăsat se va lăsa elastic în balast la o adâncime oare-care *s*. Atunci puterea de presiune va fi

$$P = \eta' v \left[\frac{s}{z}\right]$$

sub v înțelegem suprafața pe care se esercită presiunea P′.

Dacă vom înțelege sub această suprafață, suprafața coprinsă de talpa unei jumĕtate de traversă din cale. Atunci arată *s* tasarea elastică a unei traverse în balast sub presiunea P′ a unei roți. Mai putem pune $\eta' v = \eta$ dacă înțelegem sub η resistența elastică a balastului, esercitată asupra tălpi unei traversă vom avea deci

$$P = \eta \left[\frac{s}{z}\right]$$

La determinarea mărimei η nu întâmpinăm nici o dificultate.

Să așeḑăm un cupon de șine pe două traverse

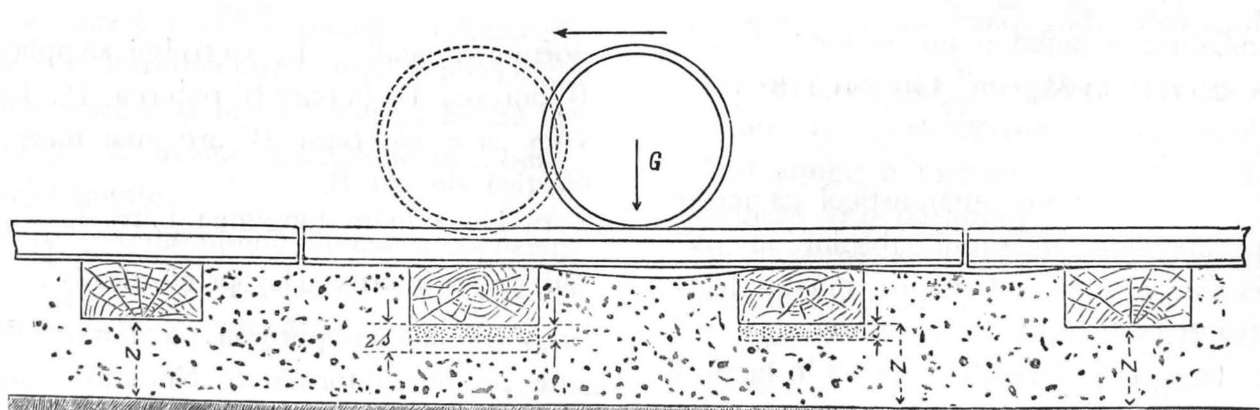

Fig. 19.

Să încărcăm acest cupon la mijlocul deschiderei cu osia unui vagon, avênd greutatea pro roată G.

Presiunea ce se va esercita asupra uneĭ traverse pro șină va fi $P = \frac{G}{2}$. Să mĕsurăm tasarea elastică s a traversei în balastul de grosimea Z — vom avea:

$$P = \eta \frac{s}{z} \text{ de unde}$$

$$\eta = P \frac{s}{z}.$$

Dacă vom lăsa ca roata să ruleze și să vie deasupra unei traverse, toată greutatea P=G va apăsa asupra unei singure traversă, tasarea va fi:

$$s' = 2s$$

$$\eta = \frac{Gz}{s'}$$

Resultă deci corolarul următor:

a) Dacă grosimea balastului z se schimbă atunci pe lângă aceiași presiune G_1 *și* tasarea s se va schimba proporțional cu grosimea balastului. Dar se mărește s_1 și dacă se mărește **P**.

Pe lângă aceiași calitate de balast însă η va rĕmâne constant.

b) Pentru η vom căpăta însă o altă valoare, dacă calitatea sau gradul de comprimare a balastului se schimbă.

Din equațiunea:

$$\eta = G \frac{z}{s} \text{ avem:}$$

$$\left(\frac{\eta}{z}\right) = \frac{G}{s.}$$

Grosimea balastului sub traverse se conformézâ typului contra structurei.

La starea normală a liniei vom considera (Z) constant. Pe lângă aceiași calitate de balast $\frac{\eta}{z}$ va fi constant.

La cercetările noastre vom intrebuința coeficientul în această formă. Acest coeficient arată resistența elastică a balastului, esercitată asupra unei traverse la tasarea în balast a traversei cu o unitate liniară.

$$\text{c)} \quad G = \left(\frac{\eta}{z}\right) s.$$

Această ecuație arată că tasarea elastică a traverselor **(s)** este proporțională cu greutatea ce apasă de asupra traversei.

d) Esperiențele făcute arată că traversele se tasează elastic la trecerea unui tren; de la $2{,}5^{m}/_{m}$ până la $8{,}3^{m}/_{m}$. Luând (s) în valóre medie de $6.6^{m}/_{m}$ la G=6.6 tone; vom putea intrebuința în calculele noastre ca valoare medie

$$\left(\frac{\eta}{z}\right) = \frac{G}{s} = \frac{6.6^{T}}{6.6^{m}/_{m}} = \frac{6.6^{T}}{0.66} \text{ etc.}$$

de unde urmează că:

$\left(\frac{\eta}{z}\right)$ = una tonă pentru tasarea traversei cu un milimetru, sau luând ca unitate liniară centimetru.

Resistența elastică a balastului la tasarea șinei cu un centimetru va fi:

$$\left(\frac{\eta}{z}\right) = \text{tone} =$$

După această introducere vom procede la calcularea momentelor care acționează șina, considerând balastul elastic. Numim aceste momente «*elastice.*»

II. Momentele elastice

In calculele obicinuite până acum, la determinarea momentelor de flexiune a șinei, nu s'au luat in considerare tasarea elastică a șinei in traversă și in balast.

S'au făcut abstracție de la această tasare, fiind că era acceptat că momentele maximale se produc la șină intocmai ca la grinzile continue de poduri, prin incărcarea alternativă a panourilor.

La o asemenea incărcare, tóte traversele suportă aceeași presiune, tasarea elastică este deci egală la toate reazemele; de unde urmează că aceste reazeme rĕmân la acelaşi nivel.

Am arătat însă in tratatul meu interior că șema de încărcare critică a șinei, este alta de cât acea a podurilor cu grinḑi continue.

Incărcarea critică a șinei din cale este, când între douĕ panouri incărcate, se află 3—4 sau mai multe panouri neincărcate, după diferite mărimi a relațiunei $\frac{P}{G—}$.

In realitate numai la trecerea mașinei se incarcă panourile șinei alternativ. Axele vagoanelor urmează unele după altele la 3—4 și 5 metri depărtare și ast-fel la trecerea unui tren, se află câte 3, 5 și mai multe deschideri neincărcate. între douĕ panouri încărcate.

Am arĕtat în acel tratat că dacă balastul ar fi absolut rigid, traversele panourilor neincărcate ar trebui să se salte conform fig. 8, 10, 11 și 12.

Pentru acest cas am aflat formula momentelor deasupra reazemelor. (Veḑi formula No. 19)

$$(-)M' = (-)\frac{1}{24}Gl\frac{3+2n(n^2-)\frac{p}{G}}{n+1}$$

Ce se întâmplă însă dacă traversele panourilor încărcate între reazemele $m-1$—mi—$m+n$ și $m+n+i$ se tasează în balast:

a) Dacă tasarea ar fi egală cu săgeata săltări traverselor $m+1+m+2$—etc. traversele săltându-se s'ar așeza în culcușul lor, prin urmare nu ar mai îngreuna șina $p=0$; și momentul reazemelor ar fi din equația de mai sus $(-)M_m = (-)\frac{1}{8}\frac{Gl}{n+1}$.

Dacă însă tasarea (s) traverselor încărcate este mai mare de cât săgeata săltării (f).

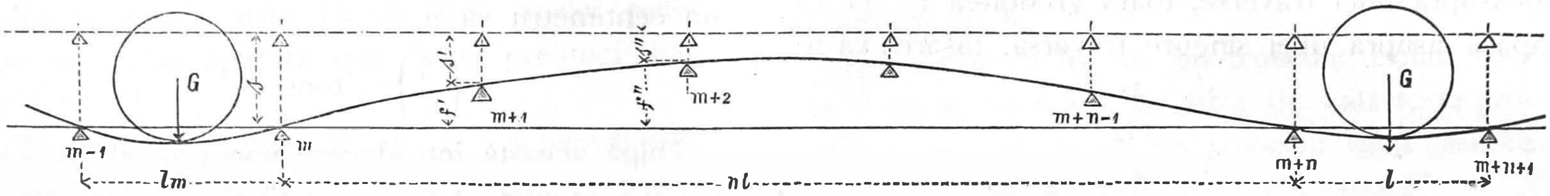

Fig. 20.

Greutatea G se repartisează și asupra traverselor $m+1$ $m+2$ etc. Se vor tasa prin urmare și aceste traverse proporțional cu presiunea ce o primesce de la G.

Se va produce deci o reacțiune în sus asupra șinei prin aceste traverse. ($m+1$ $m+2$ etc.)

Dacă aceste reacțiuni ar fi la toate punctele $m+1$, $m+2$ etc. egale între sine $= -p'$:

Momentul deasupra reazemului *m* ar fi în baza deducțiunei noastre anterioare (schimbând numaĭ înțelesul din plus în minus la termenul al doilea din numĕrătorul fracțiunei la formula No. 19).

$$(-)M'_m = (-)\frac{1}{24}Gl\frac{3-2n(n^2-1)\frac{p}{G}}{n+1}$$

Reacțiunele p' la punctele $m+1$, $m+2$.. $m+n=1$ nu sunt egale. Aceste reacțiuni sunt între sine egale numai la punctele simetrice:

$$p'm+1 = p'm+n-1$$
$$p'm+2 = p'm+n-2$$

Urmează deci că equațiunea de mai sus, este valabilă numai pentru casul când între două panouri încărcate se află numai 2 sau 3 deschideri neîncărcate, adică pentru $n=2$ sau $n=3$.

In primul cas este o singură traversă care acționează asupra șinei = în sus, în al doilea cas, când $n=3$ sunt două traverse simetrice, care exerciază o reacțiune în sus asupra șinei. Aceste reacțiuni p' sunt între sine egale: la $n=3$.

$$(27)\ (-)M'_m = (-)\frac{1}{32}Gl\left(1-16\frac{p'}{G.}\right)$$

Dacă am cunósce mărimea reacțiunei p' am putea determina momentul în punctul reazemului și prin urmare și momentul de flexiune în deschiderea încărcată știind că:

$$M_m = \frac{1}{4}Gl - M'_m$$

Noi însă presupunem ca dat numai coeficientul de la elasticitate $\left(\frac{\eta}{z}\right)$ pe lângă G și l. Cunoscênd tot de o dată tipul șinei și elasticitatea materialului șinei.

Vom determina din aceste date: rațiunele și momentele elastice.

Să alegem șema de încărcare a șinei, ast-fel ca între două panouri încărcate, să se afle 3 panouri neîncărcate $n=3$—

Tasându-se reazemele *m—1* m; și *m+3*; *m+4*— în balast se produce și tasarea reazemelor $m+1$ și $m+2$, care se află săltate față de reazemele panourilor încărcate.

Dacă tasarea elastică a reazemelor $m-1$, m și $m+3$, $m+4$ este mai mare de cât săgeata (s) săltărei reazemelor $m+1$ și $m+2$ din fig. No. 21.

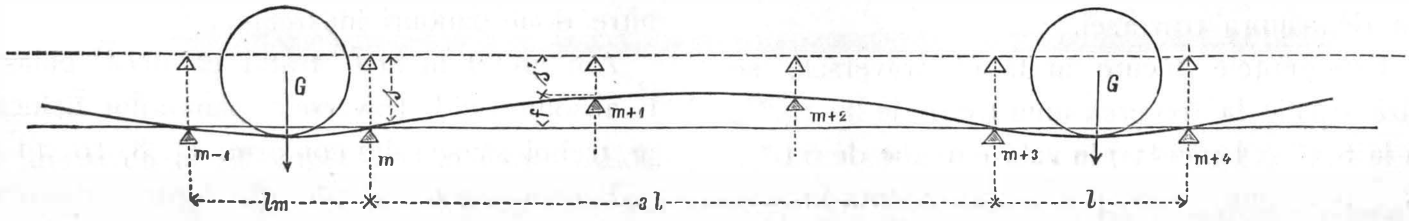

Fig. 21.

va păși în punctele $m+1$ și $m+2$ o reacțiune p' în sus. Reacțiunile p'_{m+1} și p'_{m+2} vor fi egale între șine fiind reazemele simetrice.

Din repartisarea simetrică a greutății G asupra reazemilor urmează:

$$Dm+p'=\frac{G}{2}$$

$$Dm=\frac{G}{2}-p'$$

Tasarea reazemelor m și $m+1$ va fi proporțională cu presiunea deasupra acestor reazime:

$$(28)\quad s=\left(\frac{G}{2}-p'\right)\left(\frac{z}{r_1}\right)$$

$$s'=p'\left(\frac{z}{r_1}\right)$$

$$s+s'=\frac{G}{2}\left(\frac{z}{r_1}\right)$$

Suma tasări de la punctele m și $m+1$ este egală cu tasarea ce s'ar produce în punctul *m* dacă nu ar esista reazemele $m+1$ și $m+2$.

Dacă am mai cunoasce și diferența $s-s'$, am putea determina mărimea fie-cărei tasări în parte și prin urmare și reacțiunile la punctele m și $m+1$.

$s-s'=f$, este diferența de nivel între punctele m și $m+1$; f este ordonata curbei elastice la abcisa *l*. luând drept punct de origine a coordonatelor punctul *m*.

Vom esprima această ordonată în funcția lui (p') și fiind $p'=\left(\frac{r_1}{z}\right)s'$ vom avea $f=$ func. (s) resultatul dorit.

Vom proceda deci la deducerea equațiunei curbei elastice.

Știm că al doilea quoțient diferențial a funcțiunei acestei curbe este proporțional cu momentul de flexiune

$$\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{M_x}{EW}$$

M_x este simbolul momentului de flexiune *E* coeficientul de elasticitate, *W* momentul de inerție a profilului șinei.

Spre a exprima momentul de flexiune la un punct oare-care *x* putem presenta sistemul nostru de puteri în echilibru ca acționând asupra unei șine incastrate orizontal la mijlocul celor două deschideri încărcate.

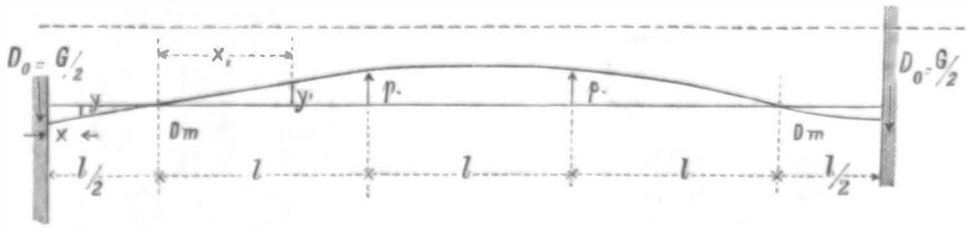

Fig. 22.

Reacțiunea la punctele incastrate va fi $\frac{G}{2}$ mărime cunoscută.

Presupunênd ca cunoscut și p', am putea construi poligonul funicular al momentelor.

Dacă am mai cunoasce momentul deasupra reazemului $m=M'_m$, problema noastră ar fi resolvată.

Să ne închipuim cam — de o-dată aceste cunoscute.

La punctele incastrate momentul de flexiune va fi:

$$M=\frac{1}{4}Gl-M'_m$$

$$\text{Reacțiunea } Do=\frac{G}{2}$$

Din figură resultă $Mx=\frac{1}{4}G(l-2x)-M'_m$ înlocuind această valoare în equația și însemnând M'_m M' va fi $EW\frac{dy^2}{dx^2}=\frac{1}{4}G(l-2x)-M'$

prima integrală.

$$EW\frac{dy}{dx}=\int\left[\frac{1}{4}G(l-2x(-M'\right]dx+C$$

$$=\frac{1}{4}G[lx-x^2]-M'x+C.$$

$$\text{la } x=o;\ \frac{dy}{dx}=o, \text{ prin urmare } C=o.$$

la $x=\left(\frac{l}{2}\right)$; $\frac{dy}{dx}=\tau_m=$ tangenta curbei elastice reazemul *m* și înlocuind în equatie valorea $x=\frac{l}{2}$

$$EW\tau_m = \frac{1}{16} Gl - \frac{M'l}{2}$$

Inlocuind valoarea M' din equaţia No. 27 şi făcênd reducerile cuvenite.

$$\text{No. } 29 \qquad EW\tau_m = \frac{1}{64} Gl^2 \left(3 + 16 \frac{p'}{G} \right).$$

Aci notăm încă o dată că reacţiunea p' este înţeleasă din jos în sus.

După ce am exprimat prin formula anterioară tangenta curbei elastice la punctul *m* în funcţia (p'), continuăm cercetările asupra curbei elastice în deschiderea dintre m şi m+1.

(Va urma.)

I. Cornea.
Inginer şef de secţie C. F. R.

ROSTURILE ŞINELOR

de A. FLAMACHE.

(Urmare)

§ 4. — Rosturile întăirte.

De când cu invenţiunea eclişelor, secţiunea lor a crescut continuu. Diferitele profile, represintate pe figurile 22 până la 31, ne dovedesc aceasta şi, afară de câte-va companii engleze cari, pentru motive ce nu cunosc, au rĕmas fidele eclisei plate, toate exploataţiunile caută prin toate mijloacele să întărească eclissele lor.

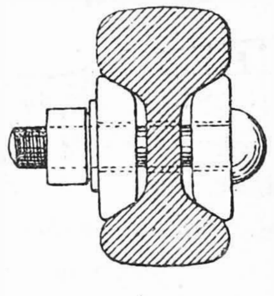

Fig. 22. — Great Northern.

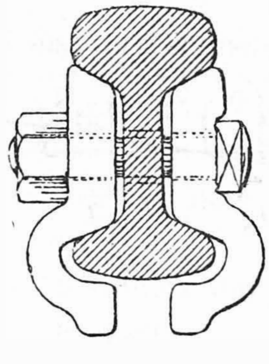

Fig. 23. — London and North Western,

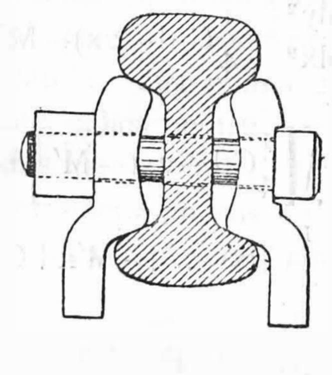

Fig. 24. — North London.

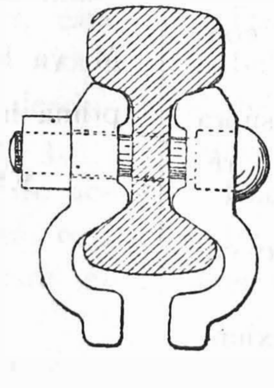

Fig. 25. — London Chathem.

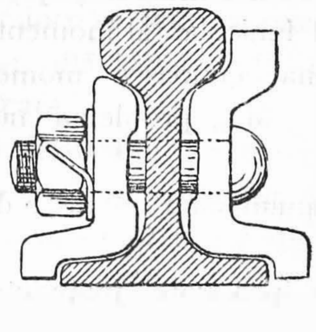

Fig. 26. — Bergish-Lärkish.

In acelaş timp, diametrul buloanelor a crescut, şi compania Paris-Lyon-Mediteranea, a ridicat chiar numĕrul lor de la patru la şease, ceea ce dă rostului acestei exploataţiuni un aspect cu totul robust (fig. 32 la 34).

Am represintat aci, pe figurile 35 până la 40,