

dintre cari cea mai de jos comandă cele două clape de golire, iar cea 'altă, clapa de distribuție, într'un astfel de mod că, în timpul când clapa de distribuție este închisă de o parte, clapa de golire din aceeași parte, este de asemenea închisă, iar cea 'altă deschisă. Prin urmare apa coprinsă în cilindre are scurgerea liberă prin orificiile de eșire, fără teamă de contra-presiune prin clapa *D*.

Indată ce pistonul a ajuns la finele cursei (fig. 2) bara pistonului vine să se lovească de clapă, care închizându-se acționează asupra triunghiului care comandă contra greutateile, ridică pe aceste din urmă, și făcându-le să recae înaintea, deschide clapete de golire ale cilindrilor. În această mișcare, vergeaoua superioară, împinsă de contra greutateă, deschide clapa de distribu-

ție. Schimbarea operându-se pistonul pleacă.

Cilindrul elevator este prevăzut cu patru cutii cu clape, două pentru aspirație, iar două pentru respingere; când pistonul funcționează, apa conținută în cilindru este împinsă prin cutia cu clape *C* în același timp cu producerea aspirației și când același cilindru se umple cu apă inapoia pistonului. În a doua parte a mișcării, apa se împinge prin cutia cu clape, iar cea aspirată în *C* umple din nou cilindrul.

Hydro-elevatorul pare a avea avantajii serioase cari sunt : o funcționare rregulată, suprimarea isbiturilor, un folos superior, și o mare ușurință de instalare.

Tradus de

L. Podhorsky, inginer.

## CERCETĂRI EXPERIMENTALE

ASUPRA

### DEFORMAȚIUNEI PODURILOR METALICE

(Continuare și fine)

Procedurile de măsură a săgeților pe cari le am descris se aplică exclusiv la determinarea săgeții statice. Acelea despre cari vom vorbi acum pot servi asemenea pentru această măsură ; dar ele permit încă a inseri maximul săgeții la trecerea unei încărcări mobile.

*Multiplicatorul cu pârghie* este un instrument care se întrebuința de mult timp în diferite servicii și mai cu seamă la Compania de Vest, din Franța; modelul cel mai răspândit este reprezentat de fig. 17. Partea

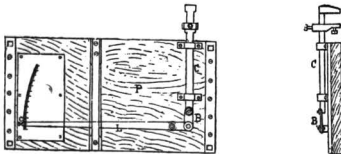


Fig. 17

fixă a aparatului este o scândură de care sunt fixate inelele culisei verticale articulată cu brațul cel mic al pârghiei, și chârția pe care se deplasează creionul fixat la extremitatea brațului celui mare. Culisa este făcută solidară cu piessa ce se încovoie cu ajutorul unui *picior cu șurub*; ea acționează pârghia cu ajutorul unei biele scurte. Săgeata decuplată este dată prin lungimea liniei însemnată pe un arc gradat în milimetri, imprimat dinainte pe hârtie.

Construcțiunea acestui aparat este foarte grossieră pentru a putea servi la măsurile de precizie; o cauză importantă de eroare residă în mijlocul celor trei articulațiuni formate de șarniere cu un diametru mare :

din cauza acestui joc, creionul nu revine la punctul de plecare după luarea supra-încărcării. De altă parte, căluzirea culisei lassă tot d'a-una de dorit: dacă frecarea este mare, inelele se pot deforma, dacă este mică, culisa poate deveni oblică. Întrebuințarea unui creion este asemenea o sorginte de neexactități destul de grave, din cauza jocului ce poate lua și mai cu seamă din cauza rezistenței create prin frecarea creionului pe chârție. În fine, dacă săgeata are oare-care importanță în raport cu lungimea bielei, scoborârea culisei nu este permisă exact la extremitatea brațului cel mic al pârghiei.

S'a făcut să dispară aceste imperfecțiuni construind modelul mai îngrijit reprezentat de fig. 18.

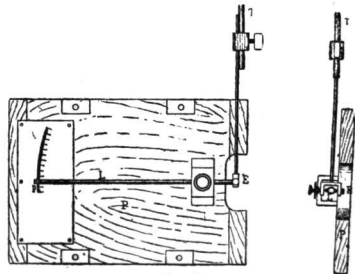


Fig. 18.

Culisa este înlocuită prin o vargă liberă, cu diametru mic, a cărei extremitate superioară este fixată de

tablier; ca în măsura săgeții statice, flexibilitatea acestei vârgi, fără a fi destul de mare pentru a altera săgeata, este de ajuns pentru a face inutilă întrebuițarea bielei: în loc de trei articulațiuni, aparatul nu are ast-fel de cât două. De altă parte diametrul șarnierelor acestor articulațiuni este redus aproape matematic la zero prin un artificiu adesea întrebuițat în orologerie: în loc d'a trece într'un turion cu un diametru oarecare, axa articulațiunei este prinsă la cele două extremități ale sale prevădute su vârfuri fine de oțel călit, în doi cussineți de același metal, în formă de conuri întrânde. Contactul este regulat cu gradul de presiune convenabil, cu ajutorul unui șurub de strângere. Pivotal pârghiei este asemenea articulat direct cu oă scără (étrier) fixă; cât despre chiulassă, ea se articulează cu pivotal mobil, făcut solidar cu varga de comandă cu ajutorul unei grife (ghiară, cârligi speciale cu șurub de precizieune.

Pârghia însăși este constituită de un tub cilindric de fer nichelat, cu totul indeformabil. Amplificarea sa este de  $1 \times 5$ . În fine traseul este făcut cu un condei de un model special reprezentat în fig. 19. El se com-

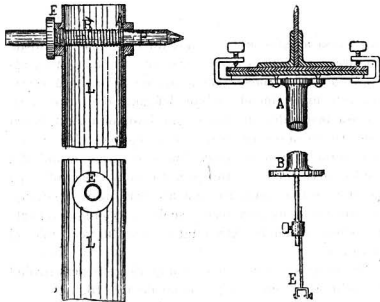


Fig. 19

pune dintr'un cilindru mic gol, deschis la ambele capete și terminat ascuțit în partea despre chârție; un resort foarte mic, rezemându-se pe o piuliță cu ghevint, menține condeiul în contact cu chârția fără a desvolta o frecare apreciabilă. Acest condei conservă destul de bine cerneala sa, cu toate sgrduiturile foarte vii pe care i le imprimă vibrațiunile tablierului; el nu are alt defect de cât că se umple cam cu greu.

Aparatul ast-fel dispus este foarte sensibil și foarte exact; cea mai mică deplasare a supra-încărcării face să tremure pârghia și, dupe eșirea trenului, condeiul revine exact la pozițiunea sa primitivă.

Dupe cum am țis cu ocaziunea aparatelor pentru măsura simplă a săgeții statice, transmissiunea poate fi formată de o simplă vargă de fer de 8 la 12 milimetri diametru, pe cât timp lungime sa nu intreze de ce metri. Pentru înălțimi mai mari s'ar putea între-

buița tot ca în cazul săgeților statice, o transmissiune funiculară; experiența însă probează că acest procedeu nu este de o siguranță suficientă pentru nisece măsuriri de înaltă precizieune, din cauza variațiunilor de lungime cari se pot produce în fir sub influența forțelor de lungime cari se pot produce de inerție. Pentru a evita această cauză de eroare, asupra căreia vom reveni mai târziu cu detalii, întrebuițăm în acest cas, o transmissiune rigidă formată de o serie de tuburi de oțel; se fabrică aceste tuburi cu 5 centimetri diametru, 1 milimetru grossime și 3 la 6 metri lungime fie-care; ele sunt prevădute cu coliere și se bulonează cap la cap. Acest montagiue se poate face plecând de la tablier, ceea ce ne dispensează de eșafodage și permite a opera la ori-ce înălțime.

Primul tub este fixat de talpa piesei studiată. Cel din urmă poartă în prelungire sa un capăt de vargă care acțiunează multiplicator.

Multiplicatorul cu pârghie (fig. 20) este comod de întrebuițat nu numai pentru a determina săgeata unei grinđi principale, dar și pentru a măsura săgeata proprie a unei dutrectoase și a unui longeron. În acest caz, planșeta trebuie a fi aședată, nu de un suport fix, ci de o grinđisoară suspendată și ca la cele două extremități ale piesei de studiat, stabilirea acestui suport presintă oarecari dificultăți asupra cărora este util a insista.

În primul loc, este essential ca capetele grinđisoarei să fie numai suspendate, iar nu solidare cu șarpanta metalică; căci ori-ce reacțiune cuplu exersată pe aceste capete ar face să se incovoae grinđisoara și ar falsifica indicațiunea aparatului. Pentru acest motiv, am adoptat modul de suspendare reprezentat de fig. 21. Fie *A* piesa studiată, *B*, *B'* piesele care o suportă: capătul grinđisoarei este tirfonat pe un echer de tablă al cărui braț liber poartă, pe fața sa superioară, două vârfuri oțelite; aceste vârfuri, a căror aliniament este paralel cu piesa *B*, sunt puse în contact cu talpa inferioară a acestei piese, chiar în axa acestei tălpi; în jurul a-

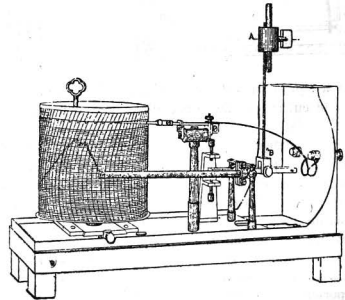


Fig. 20

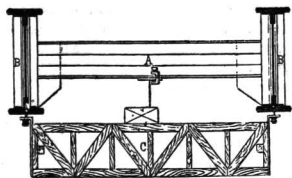


Fig. 25

cestor vîrfuri ca în jurul unui cuțit, trebuie a juca liber suspensiunea. Pentru a menține contactul, un bulon traversînd liber echerul, este înșurupat de talpa B, și piulița sa, tare strînsă, comprimă acest echer prin intermediarul unui ressort Belleville. (fig. 22).

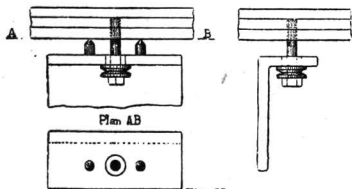


Fig. 22.

Dacă vom a măsura numai săgeata statică, grîndișoara poate fi formată de un drug simplu sau dublu, dupe lungimea piesei A. Dar dacă este vorba de inscrie maximul săgeții sub încărcarea rulantă, grinda de lemn trebuie a fi mai rigidă, în cas contrar, vibrațiunile proprii pe cari le-ar executa în sensul vertical sub influența inerției sale, ar denatura cu totul săgeata înscrisă. Se pot întrebuița grîndi de lemn în formă de cutie cu inimele formate de zăbrele de scînduri, și tălpile de grîndi contraventuite prin plăci transversale (fig. 23).

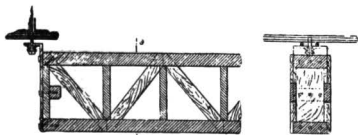


Fig. 23.

Pentru a avea siguranța că vibrațiunile proprii ale grîndei rămîne inferioare în timpul operațiunei unei limite determinată, trebuie a o observa în condițiunile în cari trebuie să funcționeze, cu ajutorul inregistratorului de săgeți despre care vom vorbi acum.

**Inregistrator de săgeți.** Acest aparat nu este de cît un multiplicator cu pârghii a cărui chîrtie se înfășoară pe un cilindru ce se învîrtește cu o mișcare uniformă.

Dispozițiunile multiplicatorului sunt exact acelea pe cari le descriesem, cu diferența că chiulassa pârghiei poartă patru comande, ceea ce permite a obține după voină amplificarea  $1 \times 2; 1/2; 1 \times 5, 1 \times 10$  sau  $1 \times 20$ .



Fig. 24.

Dispozițiunile cilindrilor cari conține o mișcare de orologerie, sunt împrumutate tipului bine cunoscut al aparatelor inregistratoare create de d-nii Richard frères. Adoptarea directă a pârghiei de cilindru, care este uă dispozițiune caracteristică a acestui tip, prezintă avantaju d'a reduce la minimum jocul și rezistența mecanismului.

Pârghia este, după cum am (șis nedefinabilă: această este o condițiune înpusă de violența șgduiturilor pe cari acest organ trebuie a le suporta fără a fi încovoiat nici răsucit, și de aceea 'i s'a dat forma tubulară în loc de forma lată obișnuită în mai toate aparatele inregistratoare. Ressortul cu care condeul este prevăduț are dar, în acest aparat, rolul d'a menține condeul în contact cu cîrtia a cărei depărtare este variabilă, cu toată rigiditatea transversală a pârghiei,

Înălțimea cilindrilor este de  $0^m12$  și circonferința sa de  $0^m40$ . Fie-care aparat posedă trei cilindre ce se pot schimba, făcînd respectiv uă învîrtitură în 24 ore, 13 minute și 40 secunde. Cel d'întăiu nu dă, la trecerea fie-cărui tren, de cît uă ordonată indicînd maximul săgeții; el poate asemenea servi a indica, în timpul unei țile, variațiunile săgeții cu temperatura. Al doilea cilindru dă uă diagramă care figurează variațiunile săgeții la trecerea trenului, fără a distinge vibrațiunile de ordinul al doilea cari se suprapun: amplitudinea lor este acusată la fie-ce moment numai prin grosimea liniei. În fine, al treilea cilindru inregistrează distinct aceste vibrațiuni și permite a studia amplitudinea, durata și forma lor. Privind diagramele cu lupa, se distinge lesne vibrațiuni de ordin superior. Figura 25 reproduce trei diagrame obținute în același punct al unui tablîer și în timpul aceleași treceri a unui tren cu cele trei cilindre.

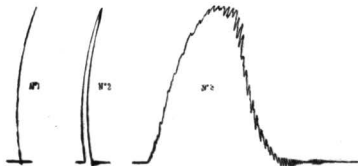


Fig. 25.

Grație lipsei de joc în articulațiuni și rigidității picșelor mecanismului, indicațiunea săgeții este foarte precisă: condeiul trebuie a relua exact pozițiunea sa inițială îndată ce suprîncărcarea a eșit și sguduirea tablierului s'a învîscit; cea mai mică diferență apreciabilă la ochi ar indica un defect de strîngere al șuruburilor de suspensiune.

Indicarea timpului se obține asemenea cu uă mare precizie, întrebunțînd uă mișcare de orologerie prevădută cu regulatorul Foucault.

În fine, este interesant, pentru interpretarea diagramelor, a putea repera pe chîrtie pozițiunea trenului la fie ce moment. În acest scop, se dispune, spre partea de sus a cilindrilor, un al doilea condei care trebuie a trage uă mică linie verticală ori de câte ori uă roată a trenului vine de se reazămă pe uă pedală așezată într'un punct oare care al căiei; declanșarea condeiului se produce prin un electro-magnet al cărui circuit pedala 'l închide sau 'l interrupe.

Inregistratorul nu este simțitor la influențele atmosferice; el este de alt-fel construit în așa mod în cât să poată funcționa într'uă cutie închisă. Soclul trebuie a fi prevădut cu picior de cauciu vulcanisat, pentru a amorti vibrațiunile de ordin înalt, ne înregistrabile, a căror repețițiune urmînd oare cari ritme ar putea deranja aparatul și suportul său; această precauțiune este mai cu seamă indispensabilă pentru a reuși înregistrarea săgeților pe longeroane, și pe grindinile tablierelor mici.

În cea ce privește instalațiunea aparatului și a transmisiei, tot cea ce am dîs despre multiplicatorul simplu se aplică fără schimbare la înregistrator.

Toate dispozițiunile pe cari le arătăm pentru măsura, înscrierea și registrarea săgeților sunt acelea cari ne par cele mai bune când se ține la o mare precizie după cum am dîs, această precizie nu costă nimic în cazurile destul de numeroase când solul este accesibil și înălțimea sub grindin moderată; când aceste două circumstanțe nu sunt reunite și ne putem mulțumi cu o exactitate mai mică, se poate introduce în instalațiunile descrise mai sus, simplificațiuni însemnate pe cari le vom expune acum.

**Proceduri simplificate aplicate la încercările curente.** Când avem în vedere numai a satisface prescripțiunile regulamentare, săgeata statică se poate determina, fără nici un aparat special, prin o simplă nivelare. Totuși, nu se va opera ca pentru un nivelment ordinar, adică făcînd, înainte de încărcare două vise, una pe tablier, cea-laltă pe o miră, și a repeta această operațiune pe tablierul încărcat. Este mul mai simplu și mai exact a instalala luneta nivelului *la post fics*, îndreptată asupra unui punct al tablierului însemnat din înainte; pentru a aprecia exact scoborărea acestui punct se va lipi pe o piessă a tablierului, sau pe o riglă care se va fixa de tablier, o miră mică de hîrtie divisată în milimetri figurați și cotați cu cerneală roșie—procedura la  $\frac{1}{20}$  a mirelor parlante ordinar—și pe aceasta miră se

va îndrepta luneta. Aceasta o dată regulată, adică la punct (nu este necesitate să fie horizontală), se va îngriji a nu o mai atinge între două citiri, cari nu vor trebui să fie prea distanțate. După câte-va încercări, se ajunge a aprecia ast-fel foarte net a patra parte din un milimetru, cea ce este destul de suficient.

Se găsește mai tot-d'a-una un loc convenabil pentru lunetă; mai adesea, se va așeza pe avantbecurile pilor. Dacă instalațiunea sa ar presenta dificultăți, se va în trebuința cu avantaju un nivel de apă cu precizie cum este acela al căpitanului Leneveu; una din fiole se va așeza pe grindă în punctul unde vom a lua săgeata; cea-laltă, pe pila cea mai apropiată.

Intrebuințarea visorului fix este aplicabilă la săgeata maximă sub încărcare rulantă când iuțeala este moderată; cu puțină obișnuință se estimează sigur jumcătatea de milimetru până la o iuțeală de 20 la 25 kilometrii pe tabliere mari; pentru o deschidere mică, vom fi mult mai jenați de vibrațiunile grinzilor, dar acest cas nu se va presenta de oare-ce la deschideri mici corespunde înălțimi mici, permițînd a întrebunța procedurile exacte.

Fără indoială că, cu o încărcare rulantă, nivelul cu apă nu poate da o indicațiune exactă; oscilațiunile grindei sunt amortite de inerția și frecarea lichidului în tubul care leagă cele două fiole, și experiența probează că săgeata arctată este prea mică.

Pentru iuțele mari, visorul fix încetează și el d'a fi utilizabil și atunci se pune problema înscrierii sau înregistrării săgeții *cu transmissiune funiculară*.

Prima idee ce se presintă este a asigura tensiunea firului cu ajutorul unei greutateți (fig. 26); în cazul unui

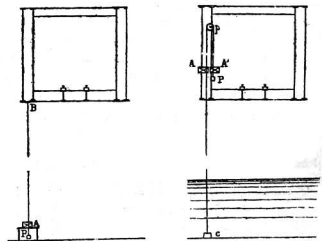


Fig. 26

sol accesibil aparatul ar fi așezat pe o masă și greutatea legată la partea de jos a firului, capătul superior trecînd pe un scripete fixat de tablier și întins apoi prin o contragreutate; aparatul ar fi atunci așezat pe tablier și acționat de unul sau de cel lalt din cele două părți ale firului. Ori-care ar fi dispozițiunea adoptată, acest sistem nu poate da *a priori* indicațiuni exacte de cât pentru săgețile statice; la trecerea unei încărcări rulante, inerția greutateții, punînd în joc elasticitatea firului, determină oscilațiuni cari se suprapun la

acelea ale tablurilor și le falsifică mai mult sau mai puțin rezultatul. Pentru a recunoaște în ce măsură o astfel de alterare se poate produce, s'a făcut o serie de înregistrări simultanee cu două aparate indentice comandate din același punct, unul prin o transmisie rigidă, cel alt prin o transmisie funiculară cu greutate întințitoare, cu sau fără scripete. S'a experimentat diferite naturi de fir (fer, oțel, alamă, bronz ordinar și fosforat), călțile și recoapte și cu diametre variind de la  $\frac{1}{2}$  milimetru la trei milimetri; s'a operat chiar cu lanțuri și cu cabluri telegrafice învelite în plumb, a căror elasticitate încă putea să pară avantajoasă. Resultatul acestor încercări a fost negativ; cu materia și diametrul cel mai avantajos (bronz recept de 1 milimetru) și sub o încărcare strict suficientă pentru a redresa firul, numai pentru înălțimi mici s'a putut obține diagrama destul de asemenea și mai cu seamă dând aceeași valoare săgeții maxime. Iată ce aceste condițiuni încetează d'a li indeplinite, diagrama dată de transmisie funiculară este mai mult sau mai puțin de naturată; vibrațiunile proprii ale firului, produc cu ele intererente, amplifică pe unele, sting ge altele și, în fine, exagerează invariabil maximul. O probă de această alterare este dată de fig. 27; sporirea maximului este aci de aproape 25%.

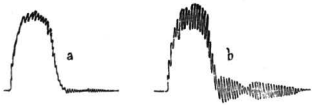


Fig. 27

Această figură face să se înțeleagă ce resurse analitice oferă iutrebuițarea înregistratorului, și cât de preferabil este în raport su simpla înscriere a săgeții maxime; dacă ne-am mărginit la această înscriere, im. portanta cauză de eroare semninală aci ar rămâne neexplicată și, în multe casuri, fără îndoială eroarea însăși și ar putea trece neobservată.

Independent de acest inconvenient capital datorit greutății întințitoare, scripetele sunt, din parte-le, o cauză de alterare a diagramei; dacă sunt de diametr mic, ele introduc o rezistență care *trunchiază* vibrațiunile; în cazul contrar, inerția lor giratorie are efecte analoage cu acelea ale greutății întințitoare.

Se poate cine-va întreba dacă nu ar fi posibil a corija în urmă diagramele neoxate date de o transmisie funiculară cu greutate întințitoare ale cărei elemente sunt cunoscute. Dacă se neglijează inerția firului și rezistențele aparatului, cantități cari pot în adevăr fi făcute negliabile, chestiunea se reduce la aceasta: o greutate  $P$  (fig. 28) *fiind suspendată de un fir elastic la un punct A care se mișcă vertical, să se deducă mișcarea lui A din aceea a unui punct dat a al firului.*

Fie  $Z, z$ , ordonatele respective ale lui  $A, a$ ,

Fig. 28

măsurate prima sub pozițiunea de echilibru a tablurului, cea de a doua sub pozițiunea de echilibru a firului corespunzător cu valoarea lui  $Z$ , ecuațiunea mișcării este :

$$Z = z + \frac{1}{g} \frac{d^2 z}{dt^2}$$

numind  $g$  accelerațiunea datorită gravității, și  $l$  lungirea statistică a porțiunii  $Aa$  a firului sub greutatea  $P$ . In limbajiu geometric, această ecuațiune însemnează că diagrama exactă (mișcarea lui  $A$ ) se deduce din diagrama înregistrată (mișcarea lui  $a$ ) prin o lege de transformare particulară consistând a mări fie-care ordonată cu o lungime proporțională cu a doua derivată a sa. Această derivată fiind o funcțiune cunoscută a înclinării este în general facilă; dar aceea a curbei devine foarte mare, și tocmai în acest caz corecțiunea are importanță. Cum diagramele săgeților presintă adesea rezulturi unde curba trăsături este foarte mare, metoda corectivă ar fi lipsită de precisiune în multe casuri; am ținut însă a o explica pentru a da cititorilor o noțiune exactă și sensibilă de influența perturbatrice a contragreutăților, și a nu le lăsa nici o iluziune în această privință.

Cu alte cuvinte nu putem trage nimic din întrebuițarea lor, afară de cazul când înălțimea este slabă, în care caz transmisiea rigidă trebuie a fi preferată. Aceasta nu însemnează însă că trebuie a renunța la ori-ce transmisie funiculară, căci se poate întinde un fir fără a l' încărcă, și aceasta în mai multe moduri.

Modul cel mai simplu este a l' lega la partea de sus a tablurului (fig. 29) bandându-l, înainte de încercare,

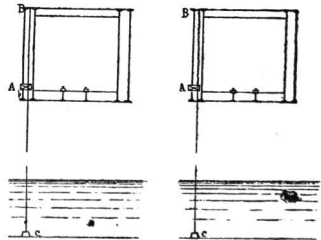


Fig. 29

suficient pentru a nu se deroba la maximul săgeței. Aparatul  $A$  înregistrează atunci, prin mișcare relativă variațiunea de lungime a capătului de fir  $AB$ ; diagrama dă dar, în funcțiune de timp, săgeata multiplicată prin raportul  $\frac{AB}{AC}$  și prin amplificarea pârghiei, adică, prin un factor constant.

Această proporționalitate este totuși subordonată une condițiuni: ca tensiunea inițială a firului să nu intreacă limita de elasticitate. Fie  $e$  această limită;  $E$  coefici-

entut de elasticitate;  $H$ , lungimea  $BC$ ;  $f$  săgeata maximă; condițiunea de mai sus revine la:

$$\frac{f}{H} < \frac{e}{E}$$

dar maximul lui  $f$  este aproape a doua mie parte din deschiderea  $L$ ; va fi dar suficient ca:

$$\frac{L}{H} < \frac{2000 e}{E}$$

Intrebuintând un fir de oțel, metal pentru care  $\frac{e}{E}$  este cel mai mare și are valoarea  $\frac{3}{2000}$  condițiunea va fi îndeplinită dacă:

$$\frac{L}{H} < 3$$

adică în cea mai mare parte din cazuri (lungimea unei travee fiind în general mai puțin de cât de trei ori înălțimea tablrierului d'asupra solului).

Sunt totuși uvraje făcând excepțiune, de altă parte scara diagramei nu poate nici o dată să fie prea mare: în general,  $\frac{L}{H}$  este în mijlociu egal cu 1. și în aceste condițiuni, dacă  $AB$  este a șecea parte din deschidere factorul  $\frac{AB}{AC}$  nu atinge de cât valoarea  $1/10$ , și întrebuintând comanda de douăzeci de ori mai mare, săgeata este numai dublată.

Dar se poate suprima aceste două inconveniente înlocuind porțiunea  $AB$  a firului sau prin un fir mai elastic, sau prin un ressort mult mai extensibil. Fie, în acest caz,  $\alpha$ ,  $\beta$  lungirile absolute ale firului  $CA$  și resortului  $A B$  pentru o creștere de tensiune de  $1 \text{ k}$  logram: când tablierul se scoboară, dacă tensiunea transmișiunii este redusă cu  $\theta$ ,  $CA$  se scurtează cu  $\alpha\theta$ ,  $AB$  cu  $\beta\theta$ ; dacă dar  $K$  este amplificarea pârghiei ordonata diagramei va avea ca expresiune:

$$S = K \beta \theta$$

pe când săgeata este:  $f = \alpha \theta$

$$\text{deci} \quad S = K \frac{\beta}{\alpha} f$$

Scara diagramei este astfel determinată: ea este:  $K \frac{\beta}{\alpha}$ . In loc d'a măsura, *a priori*,  $\alpha$  și  $\beta$ , se va controla, cu o lovitură de nivel, săgeata statică  $F$  produsă de o su. prăincărcare oare-care, în același timp se va nota ordonata corespunzătoare  $\Phi$  pe hârtie, și vom avea:  $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{\Phi}{F}$ .

De alt-fel, în general, această operațiune nu va fi necesară; dacă resortul este destul de lung, va lua pentru el mai toată variațiunea de lungime a transmișiunii, și firul va rămâne imobil ca și cum ar fi rigid: scara diagramei este atunci egală cu amplificarea  $K$  a pârghiei.

S'a întrebuintat în general un fir de oțel ne recopt (coardă de pian) de un milimetru diametru și un ressort de sîrmă de alamă de 2 milimetri înfășurat în spire strînse de 20 milimetri diametru. Când firul se scufundă într'un rîu adânc și repede, sau când este foarte lung și expus la un vînt destul de mare, trebuie a întrebuinta un ressort mai rigid; corecțiunea de mai

sus indicată la scara diagramei este atunci inevitabilă.

Comparațiunea diagramei obținute simultancu, în același punct, cu transmișiunea funiculară ast-fel dispusă și o transmișiune rigidă, probează că vibrațiunile de ordinul al doilea sunt ele înșile făcute fidele prin transmișiunea funiculară; amplitudinea și durata lor sunt reproduse cu o aproximație de o decime.

Pentru a obține acest rezultat, a fost necesar a reduce la minimum masa pârghiei aparatului, pentru că inerția sa ar lucra asupra firului în același mod ca aceea a unei greutatei întințătoare. În acest scop, pârghia este nu numai găurită, dar construită de aluminiu. Când se comandă multiplicatorul cu pârghie cu ajutorul unui fir (sîrmă) este asemenea indispensabil a înlocui pârghia ordinară de fer prin o pârghie de aluminiu.

Când se simplifică instalațiunea înregistratorului prin întrebuintarea transmișiunii funiculare cu ressort, este logic a simplifica asemenea mișcarea de orologerie și de a înlocui regulatorul lui Foucault prin un regulator cu aripi mult mai economic; iuteala cilindriului este mai puțin regulată, dar exactitatea este mai puțin interesantă pentru înregistratorul de timp de cât pentru al ordonatelor; reperarea pozițiunilor trenului poate înlocui aceasta cu avantajiu.

Trassarca diagramei, cu înregistratorul ast-fel simplificat, chiar când nu constituie scopul esențial al operațiunei, are un dublu avantajiu: mai întei, a preveni erorile cari pot scăpa în însemnarea unei singure cifre; apoi a da o constatare lipsită de or-ice apreciere personală, și prin urmare *indiscutabilă*.

Figurile 31 și 32 arată unul din ultimele modele de înregistrator. Experiența a condus a face toate organele și mai cu seamă articulațiunile din ce în ce mai robuste, pentru a rezista la șguduiturile violente cari 'i sunt transmise. Înlocuirea stilului flexibil cu o pârghie cu totul rigidă a condus la dispozițiunea care constă a face mobil după voiă axul cilindriului, lucrând pe o pârghie specială, se apropie saŭ se depărtează chârția de condei. În fine pentru tablrierele cu deschidere foarte mică s'a recunoscut ca practică întrebuintarea unui cilindru foarte repede realizând o iuteală de cinci centimetri pe secundă.

### III. Măsura deformațiunilor locale

Am descris procedeurile aplicate la măsura *deformațiunei generale*, adică a elementelor atât unghiulare cât și liniare, cari determină deplassarea unui punct al tablrierului în raport cu părțile fixe ale construcțiunei. Nu rămâne de vorbit de măsura deformațiunei *locale*, sau a schimbării de formă ce se produce într'o rață înfinit mică în jurul unui punct dat.

Resistența materialelor consideră deformațiunile locale din punctul de vedere al travaliului, adică al eforturilor pe cari se presupune că le produce în ma-

terie, și distinge efortul longitudinal-tensiune sau presiune—de efortul transversal datorit alunecării. Acestea sunt simple abstracțiuni de cari nu este necesar a ne preocupa în studiul faptelor; pentru experimentator, deforma locală nu se poate închipui de cât ca o transformare geometrică infinitesimală, al cărei singur caracter sigur *a priori* este corespondența punct cu punct (afară de cazul de ruptură) între starea inițială și starea modificată. Din această singură condițiune, rezultă diferite proprietăți comune la toate deformațiunile, independent de ori-ce ipotesă asupra pro-

prietăților fizice ale materiei, și între altele cea că, afară de unele puncte singulare deformațiunea locală echivalează cu aproximație de al doilea ordin cu o dilatațiune (sau contractiune) la trei axe neegale. Această necesitate geometrică are de consecință, în privința subiectului nostru, că deformațiunea locală ar putea fi, în general, complet determinată, într'un punct dat, măsurând variațiunea de distanță a acestui punct la alte șase situate în vecinătatea sa; ajunge în adevăr, șase parametre pentru a determina direcțiunile și lungimile celor trei axe ale dilatațiunei.

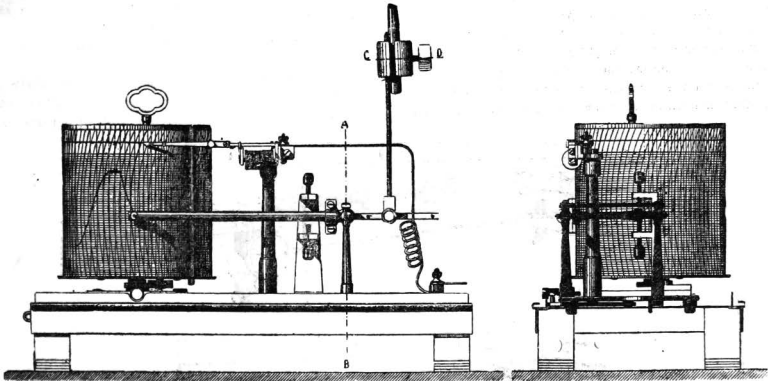


Fig. 30 și 31

În starea actuală a lucrurilor acest desiderat este departe d'a fi satisfăcut, unica metodă de care se dispune pentru studiul aproximativ al deformațiunii locale nu comportă, în adevăr, de cât măsura variațiunei de distanță între două puncte situate pe suprafața unei piese și depărtate unul de cel altu cu mai mulți decimetri; în aceste condițiuni, se poate în general, să se opereze în mod folositor numai asupra unei direcțiuni paralele cu cea mai mare dimensiune a piesei. Este probabil că experimentarea va rămâne încă mult timp ținută în acest domeniu restrâns; dar ea poate, de acum, să fie pusă în măsură a 'l explora cu folos.

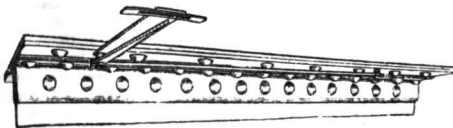


Fig. 32

D-nu Inspector general de poduri și șosele Dupuy a încercat cel d'ântei să măsoare deformațiunea locală. Aparatul construit în acest scop (fig. 32) se fixează pe piesa de studiat cu ajutorul a două buloane, cari o traversează în cele două puncte a căror variațiune de dis-

tanță vom a măsura; la unul din aceste buloane este fixată o vargă de fer, la cel alt pivotul unei pârghii cotate al cărui braț mic lovește centru vergelei și al cărui braț mare, în formă de ac, însemnează deplasarea amplificată pe o porțiune de cadran. Un resort menține contactul între vargă și pârghie.

În urmă, D. Manet, inginer civil, a luat brevetul unui aparat (fig. 33) care nu dileră de cel precedent de cât prin următoarele puncte: ie loc de o pârghie cu braț lung, mecanismul de amplificare se compune dintr'un arc dințat și o roțiță dințată pe care este montat un ac, și cadranul are forma vulgarisată de manometrele Bourdon; afară de aceasta buloanele de fixare sunt înlocuite prin scări cu șurub de strângere.

Întrebuințarea unui angrenajiu reduce dimensiunea mecanismului, dar are inconvenientul d'a 'i mări jocul. D-nu Bourdon a remediat în parte acest inconvenient aplicând aparatului un resort de rapel care menține în

încătușunile endranului trebuie atunci să fie dublate sau încinice.

Inginerii, cari au încercat a face experiențe repețite cu acest aparat, și au exprimat adesea părerea de rău că nu este mai sigur, mai sensibil și mai manibil. S'a căutat a se realiza aceste perfecționări, modificându-i construcțiunea după cum vom vedea. El trebuia, de altfel, să lucreze în condițiuni cu totul noi; în adevăr, dacă considerăm lungimea scârilor de fixare, care este cam de 0 m. 30, și pozițiunea șuruburilor de strângere, se recunoaște că aceste piese au fost potrivite ast-fe în cât să poată prinde fibra neutră a tălpilor și a zăbrelelor, pentru a elimina travaliul lor de flexiune și a nu măsura de cât extensiunea saă compresiunea lor mijlocie, care singură există în teorie.

Programa noastră este cu totul alta; este vorba a determina travaliul *real*, și punctele unde cunoașterea sa este mai utilă, sunt acelea unde se poate depărta mai

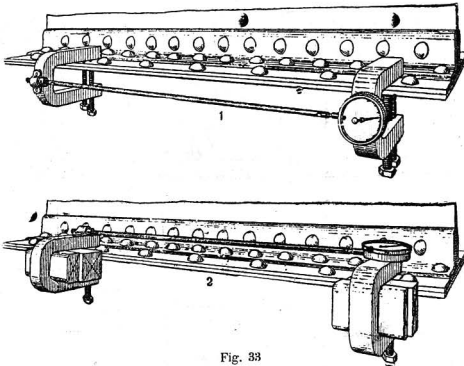


Fig. 33

contract dinții arcului și pe aceia ai roțiței. Sub această formă se întrebuințează curent aparatul.

Se dă în general vergelei o lungime așa ca distanța celor două scări, măsurată între vârfulurile șuruburilor de strângere, să fie de 1 metru; se poate face să varieze puțin înșurubând mai mult sau mai puțin adânc vergeaua în scările cari o suportă; ea se fixează în pozițiunea convenabilă cu ajutorul unei contra-piulițe. Cadranul poartă divisiuni corespunzând fie-care cu o deplasare relativă, între scări, de a doa-șceca parte dintr'un milimetru; pe o basă de operațiune de un metru, această variațiune indică un kilogram pe milimetru pătăr numai coeficientul de elasticitate al metalului să fie exact  $2 \times 10^{10}$ .

Pe multe piese, nu s'ar găsi locul necesar pentru a așeza un aparat de un metru lungime: se întrebuințează în acest caz, nisce vergele mai scurte, corespunzând cu o lungime totală de 0 m. 50 sau chiar de 0 m. 20;

mult de travaliul calculat; este mai interesant a așeza dar aparatul în regiunile unde efectele de flexiune pot atinge maximul lor, adică *pe marginea pieselor*. De altfel ne-am propus a studia deformațiunea locală, nu numai asupra tălpilor și zăbrelelor, cari suportă mai cu seamă eforturile longitudinale, dar asupra tutulor pieselor tablrierului și în particular asupra antretoazelor și longeroanelor, cari lucrează mai cu seamă la flexiune. Este dar necesar ca modul de fixare al aparatului să fie combinat așa ca să permită a fi așezat pe marginele secțiunei pieselor.

În acest scop s'a modificat sistemul de fixare, înlocuind scările cu nisce grife minuscule și foarte stabile (fig. 34). Dacă aceste grife sunt bine așezate, o lovitură tare de pumn, dată pe aparat, nu deranjează acul; pentru aceasta este de ajuns a strânge moderat, *cu mâna*, șurubul de presiune, care are un vârf oțelit, și a aduce la contact șurubul de rapel, a cărui extremitate este,



din contră, lată. Strângerea fiind foarte moderată, aceste grife n'au trebuință, de o mare rezistență, ceea ce permite a le executa în mod economic de bronz mular; cu toată densitatea acestui metal, fie-care grifă nu cântărește de cât 500 grame în bronz ordinar și 300 grame în bronz de aluminiu.

Forma lor (fig. 35) nu permite a le fixa de cât în

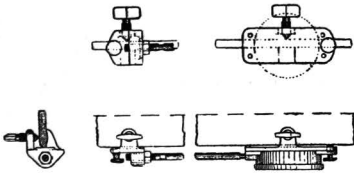


Fig. 34

părțile unde secțiunea piesei de studiat prezintă o margine, de oare-ce, în general, această parte lucrează mai mult. Totuși poate fi util a măsura travaliul în alte puncte ale perimetrului, spre exemplu, pe fața dorsală a unei piese în  $\square$ ; putem face aceasta fixând aparatul la două piese mici speciale, bulonate pe această parte a piesei, după cum se vede în fig. 36.

Afară de cauzele de erori, provenite din modul de

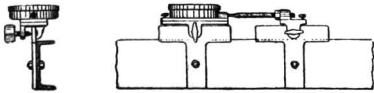


Fig. 36

fixare, vechile aparate mai prezentau și altele nu mai puțin grave, provenind din dispozițiunile mecanismului, cadranului și vergelei.

Amplificarea nu era de cât  $1 \times 60$ ; un kilogram pe milimetru pătrat era dar reprezentat prin 3 milimetri cu o basă de operațiune de 1 metru și numai  $0,6$  cu o uă basă de  $0,20$ . Această mică lungime este încă apreciabilă; dar distanța de la ac la cadran fiind de mai multe milimetri, oblicitatea mai mult sau mai puțin mare a razei vituale cauza lesne o diferință de citire de mai multe zecimi de kilogram; lucru despre care este ușor a se asigura punând doi observatori să citească pe același aparat: acest inconvenient este și mai mare prin pozițiunea anormală pe care cititorul trebuie să o aibă când cadranul nu este comod așezat, ceea ce este cazul general. Dar variațiunile de travaliu de măsurat, ne fiind datorite de cât suprincărcării, au ca maximum, la uvrage de importanță mijlocie, 2 sau 3 kilograme, și cea mai mare parte sunt inferioare unui kilogram; eroarea relativă poate dar să fie foarte mare. Pentru a o diminua, s'a urcat am-

plicarea la  $1 \times 450$ , ceea ce s'a putut face fără a spori dimensiunile cadranului și fără a adăoga o rotită dințată la mecanism, ci numai o doă pârghie. Kilogramele sunt ast-fel reprezentate prin diviziuni principale de 22 la 23 milimetri, cari s'au putut subdiviza în decimi; și eroarea de temut în caz de citire oblică este ast-fel considerabil redusă. În același scop, acul

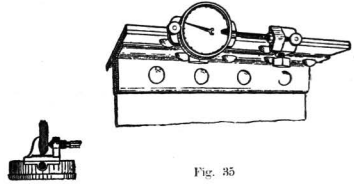


Fig. 35

a fost apropiat de cadran (fig. 37). Acest cadran nu are de cât o uă singură gradare, de la zero la dece kilograme; în sensul extensiunii; pozițiunea acului la început este indiferentă, și se profită de aceasta pentru a l' așeza în regiunea cea mai vizibilă a cadrului; scăderea citirei inițiale dă o uă valoare negativă deplasărilor în sensul retrograd, reprezentând compresiuni.

Nichelagiul vergelei o păzește suficient de influența variațiunilor de temperatură, și ele lucrează, în general, mai tare pe piesa studiată; se recunoaște aceasta după sensul mersului acului: o uă lovitură de soare produce o uă extensiune.

Dacă se întrebunțează vergele de un metru sau chiar de  $0,50$ , convine a le ușura, și, în acest scop, se pot face de oțel găurit. Ușurința aparatului are importanță nu numai din punctul de vedere al trepidațiunilor pe cari le poate încerca; ea permite a l' manipula repede și aceasta este o uă condițiune foarte importantă.

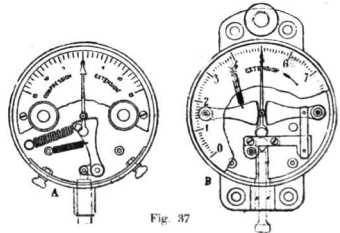


Fig. 37

Cauza principală de eroare pe care o are încă noul aparat este jocul care există în articulațiunile mecanismului, și s'ar putea face să dispară în mare parte înlocuind montajul cu șarniere cu un montaj cu vârfuri așcutite sau resorturi.

Ca alte cauze de erori cari subsistă în noul aparat vom semnala.

1° Căderea amplificării în cazul când lungimea bazei este redusă la 0, m. 20, imperfecțiune care se poate face să dispară adăogând încă uă pârghie la mecanism;

2° Variabilitatea punctului de contact între capătul vergelei și primul element al mecanismului, inconvenient ușor de suprimat realizând contactul prin un vîrf cu condițiune d'a face insperabile cele doă părți ale aparatului.

3° Neregularitatea denturei roțiței care s'ar putea înlocui cu uă pârghie,

4° Distanța de la axa vergelei la piessa studiată, care s'ar putea reduce puțin dar nu anula; se poate a se fixa un minimum de 10 milimetri.

5° Distanța vîrfurilor șuruburilor de strîngere la marginea extremă a piesei, unde se produce deformațiunea ce am voi să măsurăm; această distanță, care este de 15 milimetri, nu poate fi redusă, din cauza rounjirei de la marginea pieselor profilate.

Este de observat că această din urmă eroare ar fi cu totul nulă dacă secțiunile transversale ale piessii ar rămâne plane în deformațiune, după cum admite Resistența materialelor. În această hipotesă în adevăr indicațiunea aparatului nu depinde de cât de unghiul de flexiune între secțiunile de fixare și de distanța fibrei neutre, nu la punctele de fixare, ci la vergea.

6° Aparatul avînd de scop a măsura deformațiunea locală, trebe a cosidera, lungimea destul de întinsă pe care suntem nevoiți a o da vergelei, ca uă cauză de eroare. În adevăr este clar că nu se măsoară în realitate de cât travaliul mijlociu realizat pe această lungime. Construcțiunile metalice nefiind lucrări de mare precisiune, se poate admite că această cauză de eroare nu este prea de temut cu vergele de 20 centimetri; nu este tot același lucru când se întrebuițează vergele de 50 centimetri, și *a fortiori*, de un metru: experiența a arătat că ne-am expune la inexactități însemnate întrebuițînd aceste vergele pe alte piese de cât tălpile grinților principale cu uă deschidere destul de importantă. În cele lalte piese, reacțiunile cuple cari se produc la imbinări determină adesea flexiuni cari fac să varieze valoarea și chiar sensul travaliului pe o lungime de mai puțin de un metru: în aceste condițiuni, valoarea algebrică mijlocie acuzată de aparatul cu vergea

lungă este tot-d'auna inferioară maximului local în valoare absolută; ea pot fi chiar nulă pe când maximul ar fi foarte mare, spre exemplu, în cazul, foarte frecuent, a unei părți de zăbrea prezentând un punct de inflexiune în mijlocul său; dacă aparatul este așezat dupe *AB*, se poate produce un travaliu real de 10 kilograme în *A* și de 10 kilograme în *B*, fără ca acul să încerce nici o deplasare.

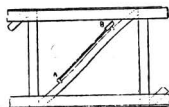


Fig. 38

Este bine dar a se lua ca normă a nu întrebuița, pe pieșele scurte, vergele mai lungi de 0, m. 20. Alară de această pozițiunea aparatului nu trebeu fixată la întâmplare. Teoria indică și experiența confirmă că într'ua porțiune de piesă cu secțiune constantă și nesuportând direct nici o încărcare, maximul travaliului se produce tot-d'auna la una din extremitățile sale. Aparatele trebuesc dar a fi aședate cât se poate de aproape de imbinări și de schimbările de secțiune pentru a da maximul travaliului local.

Aceste indicațiuni termină descrierea procedurilor de măsură a deformațiunilor. Comparându-le între ele, se va recunoaște, dupe cum am observat de la început.

1° Că la egalitate de precisiune, măsură deformațiunei locale este mai dificilă de cât aceea a deplasărilor sau deformărilor generale.

2° Că în deformațiunea generală elementul liniar se determină mai greu, în precisiune egală, de cât elementul unghiular.

Contrar experiențelor, calculul abordează mai direct deformațiunile locale. Ast-lel deformarea barelor de zăbree, sub uă încărcare statică dată, este represintată afară de un factor, prin forța forfecătoare, a cărei valoare se obține prin uă singură integrare a sarcinei, și aceea a tălpilor este proporțională cu momentul de flexiune al cărei calcul nu cere de cât uă a doua integrare; pe când pentru determinarea înclinațiunilor grindei trebeu o a treia integrare, și pentru săgeată uă a patra. Dar pentru calcul ca și pentru experiență, deplasarea liniară este mai dificil de tratat de cât deplasarea unghiulară.

Tradus după *Ch. Rabut*  
de **Y. N. Papadopol**,  
Inginer

