

ГЕОМЕТАРСКИ И ГЕОДЕТСКИ ГЛАСНИК

Орган Удружења Геометара и Геодета Краљевине Југославије
БЕОГРАД, Адмирала Гепрата 68

СТРУЧНИ ДЕО

Инж. А. К. и инж. Н. С.

АУТОРЕДУКЦИОНИ ТАХИМЕТРИ СА НАММЕРОВИМ ДИЈАГРАМОМ¹⁾

Тахиметри, који омогућују да се оптичким или механичким путем добијају непосредно отстојања (редукована на хоризонт) а тако исто и висинске разлике, — познати су под називом „ауторедукциони тахиметри“. Код ових тахиметара упрошћене су не само теренске операције, већ отпада и рачунање података, што је случај код обичних тахиметара.

У садашњем добу постоје разне конструкције оваквих тахиметара, али се као типични примери могу узети: тахиметри код којих је проблем решен оптичким путем и снабдевени су *Hammer*-овим дијаграмом и други, типа *Sangnet*'ових тахиметара, код којих је проблем решен механичким путем.

Како ауторедукциони тахиметри спадају у инструменте врло практичне за рад и како су тахиметри са Хамеровим дијаграмом готово искључиво примењени код нас за катастарска снимања — то ћемо зато изложити детаљније главне карактеристике овог тахиметра.

А) HAMMER-FENNEL'ОВ ТЕОДОЛИТ-ТАХИМЕТАР

1. Принципи и конструкција *Hammer*'овог дијаграма

Познато нам је да се код обичног тахиметра т. ј. тахиметра код кога је размак између коначне кончанице сталан-редуковано отстојање и висинска разлика одређују по обрасцима:

$$D = K l \cos^2 \alpha$$

$$H' = \frac{1}{2} K l \sin 2 \alpha = K l \sin \alpha \cos \alpha$$

¹⁾ Из рукописа књиге „Тахиметрија“.

Кад у овим обрасцима ставимо $K = \frac{F}{b}$, где је F еквивалентна жижна даљина а „ b “ размак између горњег и доњег конца кончаница, добићемо :

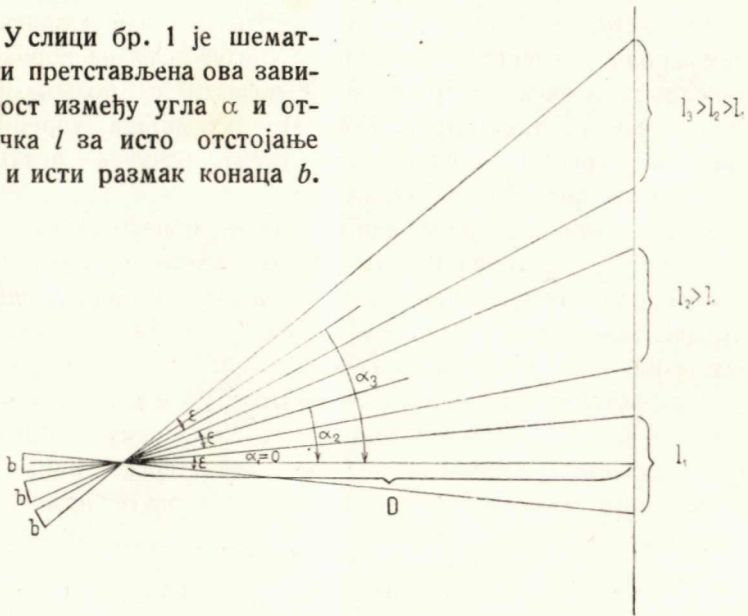
$$D = \frac{F}{b} l \cos^2 \alpha \dots\dots\dots (1)$$

$$H' = \frac{F}{b} l \sin 2 \alpha \dots\dots\dots (2)$$

Јасно је из ових једначина да се за дато отстојање D , променом вертикалног угла α , мора мењати отсечак на летви l , пошто је F и b константно, т. ј. код обичног тахиметра је

$$l = f(\alpha)$$

У слици бр. 1 је шематски претстављена ова зависност између угла α и отсечка l за исто отстојање D и исти размак коначца b .



Сл. 1

Међутим, ако се постави задатак да се конструише инструмент код кога ће се редуковано отстојање (од инструмента до летве) одређивати по једначини :

$$D = K l \dots\dots\dots (3)$$

т. ј.

Редуковано отстојање = Константа \times отсечак на летви

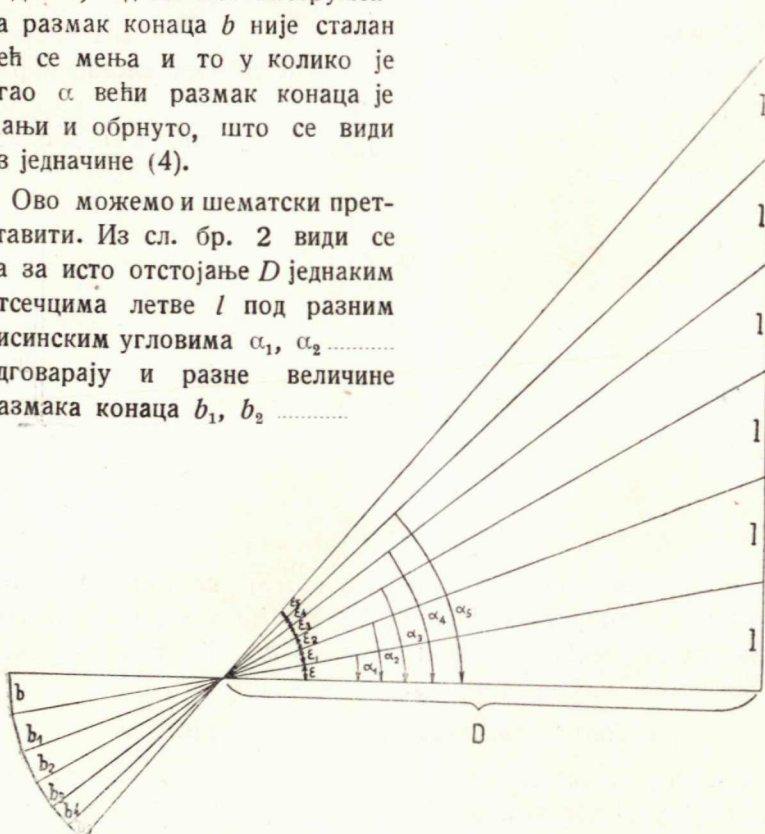
онда је из једначине (3) уочљиво, да за исто отстојање од инструмента до летве и за разне величине вертикалног угла отсечак на летви l мора бити исти. Другим речима, ако се вратимо на једначину (1) и ставимо услов да нам за исто отстојање D буде отсечак l константан за разне вредности угла α , онда долазимо до закључка да чиниоц $\frac{F}{b} \cos^2 \alpha$ мора бити константан. То ће се пак постићи само променом размака конача b према одговарајућим вредностима угла α . Према томе, вредност константе K , коју ћемо обележити са K_D (константа за отстојање), једнака је:

$$K_D = \frac{F}{b} \cos^2 \alpha \quad \dots \dots \dots (4)$$

где је $b = f(\alpha)$.

Дакле, код оваквог инструмента размак конача b није сталан већ се мења и то у колико је угао α већи размак конача је мањи и обрнуто, што се види из једначине (4).

Ово можемо и шематски претставити. Из сл. бр. 2 види се да за исто отстојање D једнаким отсечцима летве l под разним висинским угловима $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ одговарају и разне величине размака конача b_1, b_2, \dots



Сл. 2

Ако на сличан начин желимо да постигнемо непосредно и висинску разлику по једначини :

$$H' = K' l \quad (5)$$

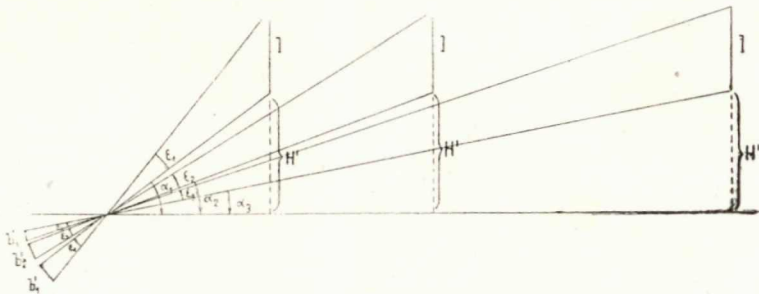
онда посматрајући једначину (2) долазимо до закључка : да за исту висинску разлику H' и исти отсечак на летви l , кад се мења

угао α , чиниоц $\frac{F}{b} \sin \alpha \cos \alpha$ мора бити константан т. ј. променом угла α мора се мењати и размак конаца. Али овај размак конаца b није једнак размаку конаца за отстојања, јер се овде повећањем угла α мора повећавати размак конаца и обрнуто, што је сасвим супротно размаку конаца за отстојање. Зато ћемо овај размак конаца обележити са b' а константу K' са K_H (константа за висинске разлике), која је једнака :

$$K_H = \frac{F}{b'} \sin \alpha \cos \alpha \quad (6)$$

У доњој слици бр. 3 је шематички претстављена промена размака конаца b' са променом угла α за исту висинску разлику H' .

Из слике се јасно види да је $b_1' > b_2' > b_3'$ односно $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$ кад је $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$.



Сл. 3

Пошто смо утврдили зависност између висинског угла α и размака конаца b односно b' приступићемо извођењу потпуних једначина за одређивање ових величина b и b' и то за висински угао изнад и испод хоризонта.

а) *Кад је висински угао изнад хоризонта*

Нека је тачка A (сл. 4) прекрет дурбина инструментовог и нека је у B постављена летва на којој се чита отсечак l између конаца.

Ако обележимо са :

d = косо отстојање од инструмента до летве.

D = редуковано отстојање од инструмента до летве.

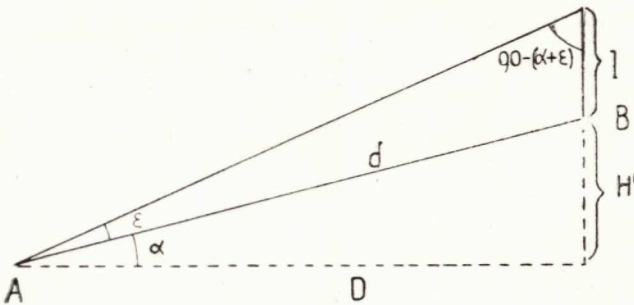
α = висински угао.

l = отсечак на летви.

ε = одговарајући паралактични угао између конача.

H' = висинска разлика.

то ћемо непосредно из слике имати :



Сл. 4

$$\frac{d}{l} = \frac{\sin [90^\circ - (\alpha + \varepsilon)]}{\sin \varepsilon} = \frac{\cos (\alpha + \varepsilon)}{\sin \varepsilon} =$$

$$= \frac{\cos \alpha \cos \varepsilon - \sin \alpha \sin \varepsilon}{\sin \varepsilon} = \cos \alpha \cotg \varepsilon - \sin \alpha$$

$$\text{или } d = (\cos \alpha \cotg \varepsilon - \sin \alpha) l \quad (7)$$

Како је

$$D = d \cos \alpha$$

то кад заменимо вредност за d) добићемо да је

$$D = (\cos^2 \alpha \cotg \varepsilon - \sin \alpha \cos \alpha) l \quad (8)$$

Из ове једначине и с обзиром на једначину (3) произлази да је константа за отстојања :

$$K_D = \cos^2 \alpha \cotg \varepsilon - \sin \alpha \cos \alpha \quad (9)$$

$$\text{Одавде је } \tg \varepsilon = \frac{\cos^2 \alpha}{K_D + \sin \alpha \cos \alpha}$$

или кад место $\tg \varepsilon$ ставимо $\frac{F}{b}$ добићемо:

$$\frac{F}{b} = \frac{\cos^2 \alpha}{K_D + \sin \alpha \cos \alpha} \quad (10)$$

Из ове једначине сада можемо наћи вредност за b т. ј.:

$$b = \frac{F \cos^2 \alpha}{K_D + \sin \alpha \cos \alpha} \quad (11)$$

На сличан начин ћемо доћи и до израза за величину размака конаца b' за висинске разлике. Како смо раније утврдили да овај размак конаца b' није једнак размаку конаца b то је јасно да ће њему одговарати и други паралактични угао ε' као и отсечак на летви l' из слике 4 имамо да је:

$$H' = d \sin \alpha \quad (12)$$

Када d заменимо са вредношћу из једначине (7) добићемо:

$$H' = (\sin \alpha \cos \alpha \cotg \varepsilon' - \sin^2 \alpha) l' \quad (13)$$

Из овог произлази с обзиром на једначину (5) да је константа за висинске разлике K_H једнака:

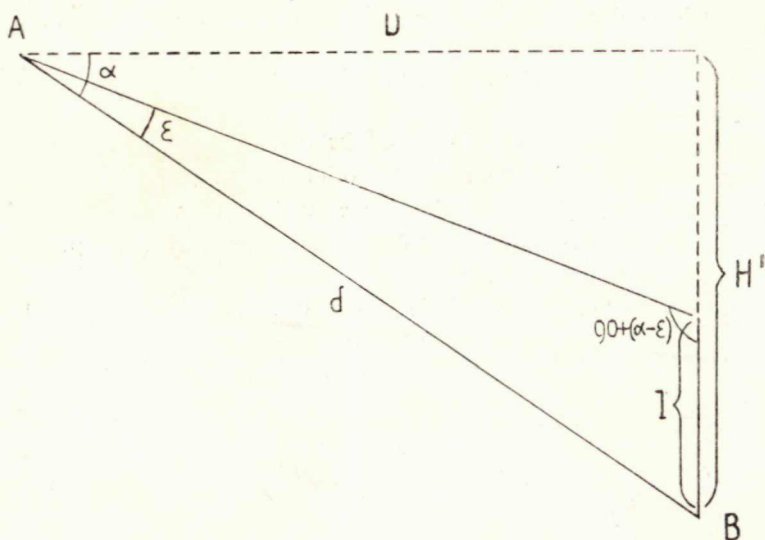
$$K_H = \sin \alpha \cos \alpha \cotg \varepsilon' - \sin^2 \alpha \quad (14)$$

односно

$$\operatorname{tg} \varepsilon' = \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{K_H + \sin^2 \alpha}$$

или заменом $\operatorname{tg} \varepsilon'$ са $\frac{F}{b'}$ добићемо израз за b' :

$$b' = \frac{F \sin \alpha \cos \alpha}{K_H + \sin^2 \alpha} \quad (15)$$



Сл. 5

б) *Кад је висински угао испод хоризонта*

На исти начин као под а) добићемо према слици 5 изразе за b и b' :

$$b = \frac{F \cos^2 \alpha}{K_D - \sin \alpha \cos \alpha} \quad (16)$$

$$b' = \frac{F \sin \alpha \cos \alpha}{K_H - \sin^2 \alpha} \quad (17)$$

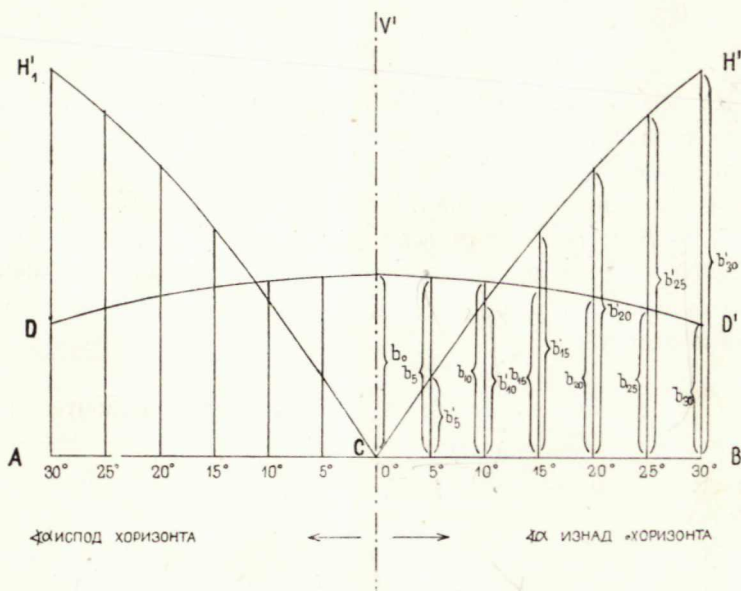
На основи једначина (11), (15), (16) и (17) могу се израчунати величине размака конаца b за отстојања и b' за висинске разлике за ма који угао α , било изнад или испод хоризонта, ако је позната жижна даљина F и дате константе K_D и K_H . За *Hammer—Fennel*'ов тахиметар је $F = 334,78 \text{ m/m}$, $K_D = 100$ и $K_H = 20$, те су у доњој табели наведене вредности b односно b' за висинске углове 0° до 30° (са интервалом од 5°) изнад и испод хоризонта.

$\sphericalangle \alpha$ изнад хоризонта			$\sphericalangle \alpha$ испод хоризонта		
α	b	b'	α	b	b'
0°	3,348 m/m	0,000 m/m	0°	3,348 m/m	0,000 m/m
5°	3,319 "	1,453 "	5°	3,325 "	1,454 "
10°	3,241 "	2,858 "	10°	3,253 "	2,869 "
15°	3,116 "	4,171 "	15°	3,131 "	4,199 "
20°	2,947 "	5,347 "	20°	2,966 "	5,410 "
25°	2,739 "	6,355 "	25°	2,760 "	6,469 "
30°	2,500 "	7,159 "	30°	2,522 "	7,340 "

На основи ових података могу се конструисати кончанице-дијаграми за отстојања и висинске разлике на следећи начин: Ако на једној правој AB (сл. 6), као апсцисној оси, нанесемо вредности висинских углова α и то на десну страну од средине S углове изнад хоризонта а на леву углове испод хоризонта, а затим одговарајуће размаке конаца b и b' као ординате — то ћемо спајањем крајних тачака ордината добити криву DD' за отстојања и криве CH' и CH'_1 за висинске разлике.

Кад би овако добијене кончанице-дијаграм урезали у облику финих, танких линија на стаклену плочу, па ову наместили у дурбину на место обичне кончанице, онда се даље решавање

задатка за конструкцију оваквих ауторедукционих тахиметара своди на то, да се постигне аутоматско померање овог дијаграма лево-десно у вези са померањем визуре горе-доле. Да би ово лакше разумели посматраћемо један пример :



Сл. 6

Претпоставимо, да се испред дијаграма, тачно према његовој средини, налази једна непомична вертикална права VV' , која би одговарала вертикалном концу обичне кончанице. Ако сада правом VV' навизирамо летву на пример под углом од 10° изнад хоризонта, онда би се дијаграм морао померити у лево да ордината b_{10} односно b'_{10} падне у визурну раван т. ј. да покрије праву VV' . Тада би на летви читали отсечак l , који одговара ординати b_{10} (т. ј. размаку конача AB и DD'), и кад га помножимо са константом за отстојања $K_D = 100$ добили би отстојање између инструмента и летве редуковано на хоризонат. Исто тако читали би отсечак l' , који одговара ординати b'_{10} (т. ј. размаку конача AB и CH'), и који помножен константом за висинске разлике K_H даје тражену висинску разлику.

Из свега до сада изложеног можемо донети закључак :

- 1) Да се овај дијаграм састоји из посебне кончанице — криве.

$$b = \frac{F \cos^2 \alpha}{K_D - \sin \alpha \cos \alpha} \quad (16)$$

$$b' = \frac{F \sin \alpha \cos \alpha}{K_H - \sin^2 \alpha} \quad (17)$$

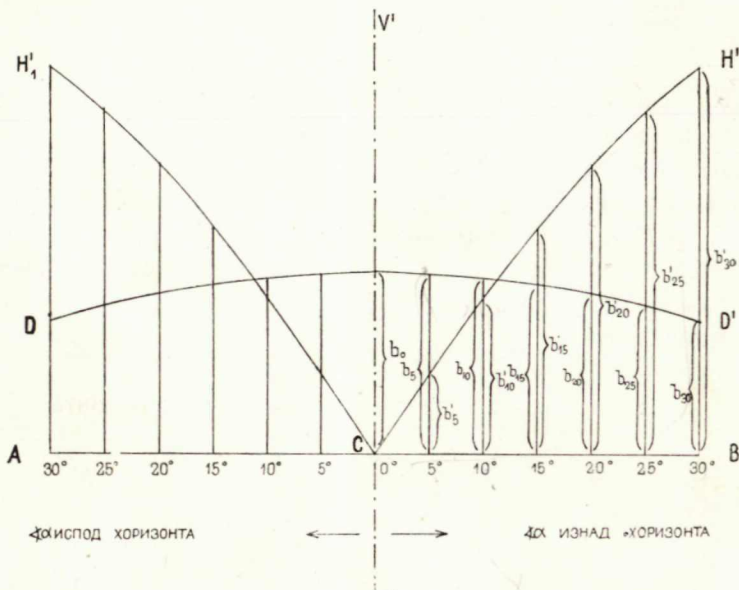
На основи једначина (11), (15), (16) и (17) могу се израчунати величине размака конаца b за отстојања и b' за висинске разлике за ма који угао α , било изнад или испод хоризонта, ако је позната жижна даљина F и дате константе K_D и K_H . За *Hammer—Fennel*'ов тахиметар је $F = 334,78 \text{ m/m}$, $K_D = 100$ и $K_H = 20$, те су у доњој табели наведене вредности b односно b' за висинске углове 0° до 30° (са интервалом од 5°) изнад и испод хоризонта.

$\sphericalangle \alpha$ изнад хоризонта			$\sphericalangle \alpha$ испод хоризонта		
α	b	b'	α	b	b'
0°	3,348 m/m	0,000 m/m	0°	3,348 m/m	0,000 m/m
5°	3,319 "	1,453 "	5°	3,325 "	1,454 "
10°	3,241 "	2,858 "	10°	3,253 "	2,869 "
15°	3,116 "	4,171 "	15°	3,131 "	4,199 "
20°	2,947 "	5,347 "	20°	2,966 "	5,410 "
25°	2,739 "	6,355 "	25°	2,760 "	6,469 "
30°	2,500 "	7,159 "	30°	2,522 "	7,340 "

На основи ових података могу се конструисати кончанице-дијаграми за отстојања и висинске разлике на следећи начин: Ако на једној правој AB (сл. 6), као апсцисној оси, нанесемо вредности висинских углова α и то на десну страну од средине C углове изнад хоризонта а на леву углове испод хоризонта, а затим одговарајуће размаке конаца b и b' као ординате — то ћемо спајањем крајних тачака ордината добити криву DD' за отстојања и криве CH' и CH'_1 за висинске разлике.

Кад би овако добијене кончанице-дијаграм урезали у облику финих, танких линија на стаклену плочу, па ову наместили у дурбину на место обичне кончанице, онда се даље решавање

задатка за конструкцију оваквих ауторедукционих тахиметара своди на то, да се постигне аутоматско померање овог дијаграма лево-десно у вези са померањем визуре горе-доле. Да би ово лакше разумели посматраћемо један пример :



Сл. 6

Претпоставимо, да се испред дијаграма, тачно према његовој средини, налази једна непомична вертикална права VV' , која би одговарала вертикалном концу обичне кончанице. Ако сада правом VV' навизирамо летву на пример под углом од 10° изнад хоризонта, онда би се дијаграм морао померити у лево да ордината b_{10} односно b'_{10} падне у визурну равн т. ј. да покрије праву VV' . Тада би на летви читали отсечак l , који одговара ординати b_{10} (т. ј. размаку конача AB и DD'), и кад га помножимо са константом за отстојања $K_D = 100$ добили би отстојање између инструмента и летве редуковано на хоризонат. Исто тако читали би отсечак l' , који одговара ординати b'_{10} (т. ј. размаку конача AB и CH'), и који помножен константом за висинске разлике K_H даје тражену висинску разлику.

Из свега до сада изложеног можемо донети закључак :

- 1) Да се овај дијаграм састоји из посебне кончанице — криве.

за отстојања и посебне кончанице — кривих за висинске разлике, чије су карактеристике следеће:

Криве линије нису потпуно симетричне према средини;

Крива за отстојање од средине ка својим крајевима све се више приближава правој AB (нултом концу) у колико је висински угао већи.

Кончаница за висинске разлике састоји се из два крака криве линије, које се сучију у истој тачки нулте кончанице и која одговара висинском углу од 0° . Од ове тачке се оба крака удаљују све више од нулте кончанице у колико је висински угао α већи. Десним краком, који одговара висинским угловима изнад хоризонта, добијају се позитивне висинске разлике — пењања, а левим негативне висинске разлике — падови.

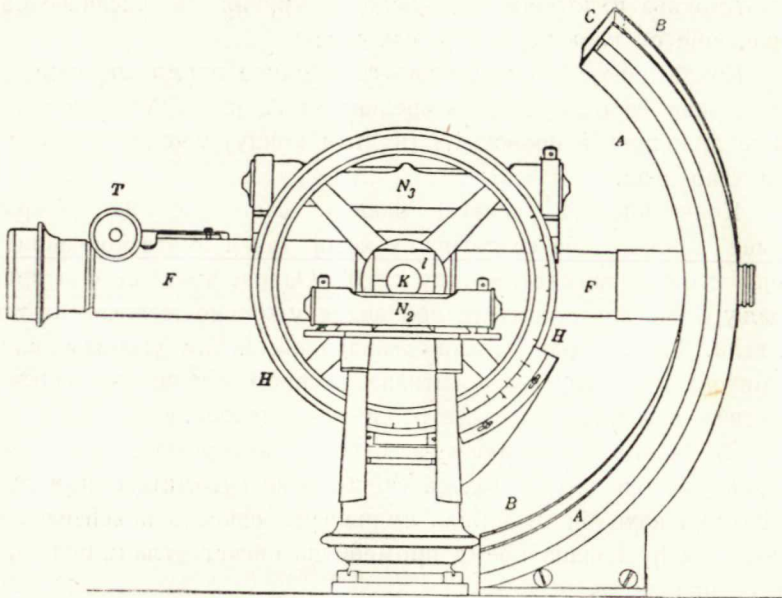
2) Задатак конструисања оваквог ауторедукционог тахиметра састоји се у томе, да се постигне аутоматско померање дијаграма како би се добило смањивање односно повећање размака између конаца према промени висинског угла α , под којим се визира летва.

Какав је био историјски ток код решавања овог задатка видећемо у наредном излагању.

2. *Кратак историјски преглед конструкције ауторедукционог тахиметра*

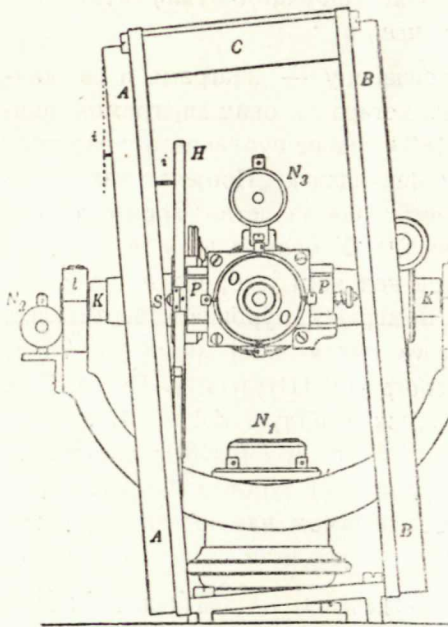
Идеја за горе описану кончаницу — дијаграме и за конструкцију ауторедукционих тахиметара са овим дијаграмом припада д-ру *Hammer*'у, који је 1898 године публиковао у часопису „*Zeitschrift für Instrumentenkunde*“ чланак „Пројекат тахиметра — теодолита за непосредна читавања на летви хоризонталних отстојања и висинских разлика“.¹⁾ У овом чланку је приказао конструкцију оваквог тахиметра код кога је проблем померања кончанице — дијаграма при померању дурбина у вертикалној равни решен чисто механичким путем. Овај модел (сл. 7 и 8) израдила је 1896 г. фирма *Tesdorpf*а у Штутгарту. Из сл. 7 се види да тахиметар има две кружне полуге AA и BB нагнуте према обртној оси дурбина под углом i (сл. 8); ове полуге служе као рам-водиља за окуларни крај дурбина. Стаклена плочица са урезаном кончаницом-дијаграмом намештена је у равни кончанице на једном раму PP , који је у вези са кружним рамо-

¹⁾ „Entwurf eines Tachymeter-Theodolits zur unmittelbaren Lattenablesung von Horizontalabstand und Höhenunterschied.“



Сл. 7

вима AA и BB преко две шипке SS . Једна шипка на левој страни (сл. 8) је везана са рамом PP и клизи по полузи-водиљи AA ;



Сл. 8

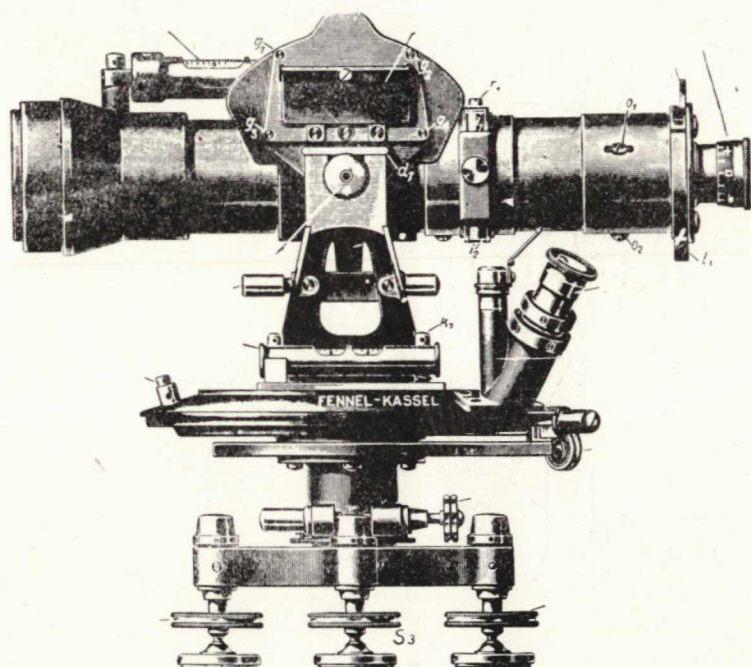
ка овој полузи шипку притискује спирално перо навучено на десној — супротној шипки. На овај начин ће, при померању дурбина у вертикалној равни, наступити аутоматско померање дијаграма у хоризонталном смислу, јер је полуга AA нагнута.

Прва испитивања овог тахиметра дала су резултате који нису потпуно задовољили, те се и показала потреба за даљим усавршавањима. Међутим, проф. *Hammer* није располагао потребним новчаним средствима да би могао вршити испитивања и конструктив-

на усавршавања и зато се у поменутом чланку обратио на све заинтересоване фирме да преузму даља усавршавања.

Dr. A. Fennel, који је имао на располагању творнцу геодетских инструмената, преузео је усавршавање почетне конструкције, те је делимично и остварио низ направа за аутоматско померање дијаграма, али није постигао повољне резултате. Углавном, било је утврђено, да је технички немогуће остварити такву конструкцију инструмента код које би и најмање померање дурбина у вертикалном смислу повлачило одговарајуће механичко померање дијаграма. Другим речима, није се могао избећи „мртви ход“ код дијаграма при обртању дурбина. Али у даљем раду *Dr. Fennel* дошао је на идеју да се код овог инструмента примене т. зв. „*Geister-Mikrometern*“, који се примењују код астрономских дурбина.

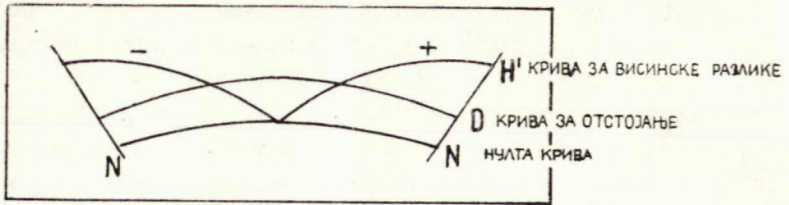
Суштина овог микрометра састоји се у томе, да се место стварних конаца кончанице налази (у пољу вида дурбина) само лик кончанице смештене са стране. Слична направа могла би се,



Сл. 9

по мишљењу *Fennel*'а, применити и код овог ауторедукционог тахиметра. Другим речима, од решења проблема механичким

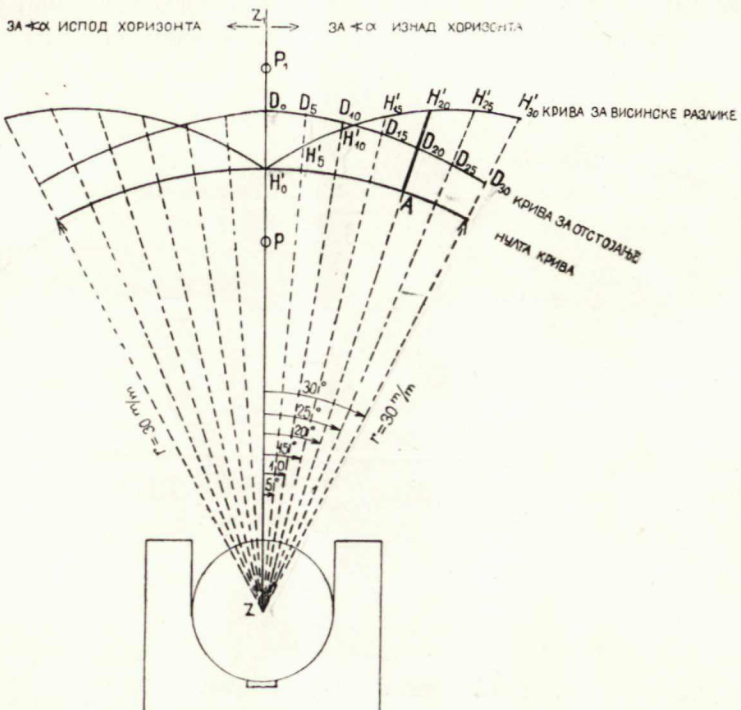
путем требало је прећи на решење оптичким путем. Како је овај проблем конструктивно решен, видеће се из даљег описа.



Сл 10

3. Опис *Hammer—Fennel*-овог теодолишта-шахиметра (сл. 9).

Код овог инструмента се *Hammer*-ов дијаграм налази са стране изнад обртне осе дурбина и састоји се из четири фино уцртане линије на стакленој плочици. Од ових је једна нулта крива N (сл. 10), друга крива за отстојање D , а трећа и четврта за висинске разлике $\pm H'$.



Сл. 11

За разлику од претходне конструкције овде је дијаграм утврђен изнад обртне осе и непомичан је, а до његове конструкције долази се на следећи начин :

Нулти хоризонтални конач одве је замењен нултом кружном кривом N полупречника $r = 30$ м/м., чији центар Z лежи на оси обртне осовине дурбина (сл. 11). Криве за отстојање и висинске разлике одредиће се кад се нађене вредности за b и b' (види табелу на стр. 337) нанесу изнад нулте криве по радијусима — векторима, па се добијене тачке споје. На пример у сл. 11 повучени су радиуси — вектори симетрично према вертикали ZZ' а на угловним отстојањима од 5° , 10° , 15° , 20° , 25° и 30° . На овим се радијусима нанесу од центра Z вредности $r + b$ односно $r + b'$ и то за висинске углове α изнад хоризонта десно од вертикала ZZ' а за угловне испод хоризонта — лево. Ове вредности су:

за α изнад хоризонта:

$$\begin{array}{ll} ZD_0 = r + b_0 = 30,000 + 3,348 = 33,348 \text{ м/м} & ZH'_0 = r + b'_0 = 30,000 + 0,000 = 30,000 \text{ м/м} \\ ZD_5 = r + b_5 = 30,000 + 3,319 = 33,319 \text{ „} & ZH'_5 = r + b'_5 = 30,000 + 1,453 = 31,453 \text{ „} \\ / & / \\ / & / \\ / & / \\ / & / \\ ZD_{30} = r + b_{30} = 30,000 + 2,500 = 32,500 \text{ „} & ZH'_{30} = r + b'_{30} = 30,000 + 7,159 = 37,159 \text{ „} \end{array}$$

за α испод хоризонта:

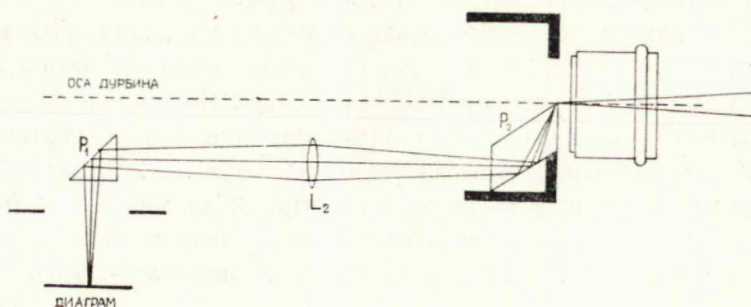
$$\begin{array}{ll} ZD_5 = r + b_5 = 30,000 + 3,325 = 33,325 \text{ м/м} & ZH'_5 = r + b'_5 = 30,000 + 1,454 = 31,454 \text{ м/м} \\ / & / \\ / & / \\ / & / \\ / & / \\ ZD_{30} = r + b_{30} = 30,000 + 2,522 = 32,522 \text{ „} & ZH'_{30} = r + b'_{30} = 30,000 + 7,340 = 37,340 \text{ „} \end{array}$$

Кад се тачке $D_0, D_5 \dots D_{30}$ односно $H'_0, H'_5 \dots H'_{30}$ споје, добиће се тражене криве за отстојања и висинске разлике.

За конструкцију стварног дијаграма вредности b и b' рачунају се за сваки степен. Цртање се врши на цртањој хартији (налепљеној на алуминијевој плочи) у 30 пута већој размери — па се путем микрофотографије смањи и пренесе на једну стаклену плочу.

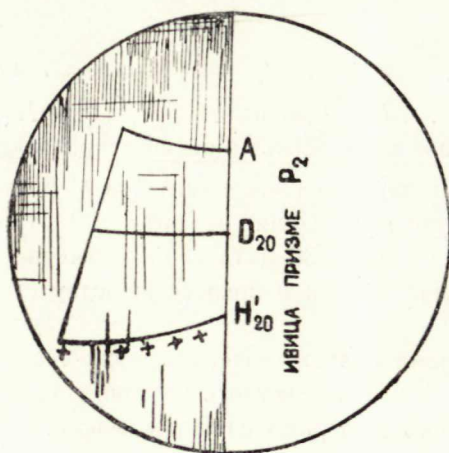
За стварање лика дијаграма у равни кончанице служи систем призми p_1 и p_2 и сочиво L_2 (сл. 12). Светлосни зраци, који полазе од дијаграма (за осветљење дијаграма служи млечно стакло постављено под углом од 45° према равни дијаграма) пролазе кроз један правоугли отвор и падају на призму p_1 . Овде се одбијају и продужују кроз сочиво L_2 до призме p_2 где се двапут

одбијају и дају у равни кончанице реалан (стваран), обрнути лик дијаграма. Да би се пак у левој половини поља вида дурбина



Сл. 12

добило, према померању дурбина у вертикалној равни, одговарајући размак конача — призма p_1 није непомична већ се помера заједно са дурбином испред непомичног дијаграма. Другим речима, померањем дурбина у вертикалном смислу наступа и промена лика дијаграма т. ј. аутоматски се мења размак између конача на ивици призме p_2 . На пример, ако је дурбин нагнут за 20° изнад хоризонта онда ивица призме p_1 заузима положај, који је у сл. 11 означен дебелом линијом, и оператор види само онај део дијаграма, који лежи десно од дебеле линије $AD_{20}H'_{20}$. У том случају ће на ивици призме p_2 размак између нулте криве



Сл. 13

и криве за отстојање AD_{20} (сл. 13) и размак између нулте криве и криве за висинске разлике AH'_{20} тачно одговарати вредностима одређеним по једначинама (11) и (15).

Из горњих разматрања је такође разумљиво, да се при хоризонталној визури¹⁾ мора главни (вертикални) полупречник ZZ_1 дијаграма (сл. 11) поклапати²⁾ са ивицом призме p_2 . У овом случају ће оператор видети у

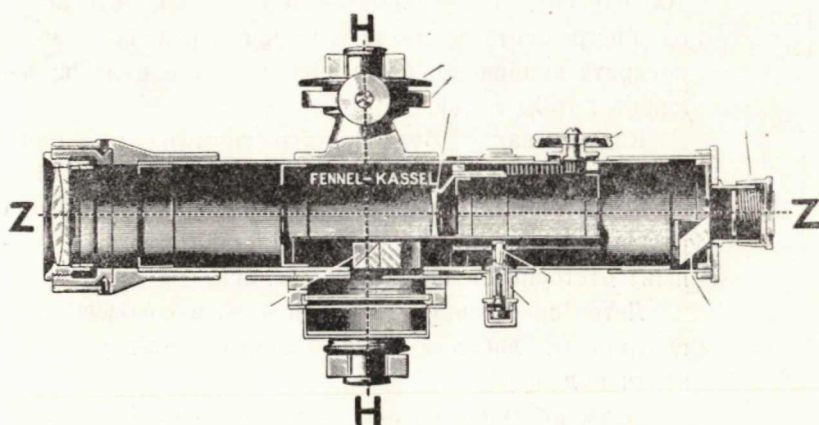
¹⁾ (Види примедбе на стр. 345).

левој половини поље вида дурбина само лик десне половине дијаграма односно лик почетка кривих за висинске разлике (означен са H_0 у сл. 11) биће на вертикалној ивици призме p_2 . Главни полупречник је означен на стакленој плочи са два кружића P и P_1 (сл. 11).

Друге карактеристике овог инструмента јесу следеће :

Дурбин се не може окренути у други положај око обртне осе већ само у вертикалном смислу за $\pm 30^\circ$. Дурбин, чије је увећање 24 пута, константне је дужине (аналактичан) са унутарњим сочивом L_1 (сл. 14) за фокусирање.

Довођење лика предмета на даљину јасног виђења односно у раван кончанице (лика дијаграма) — врши се померањем овог сочива помоћу одговарајућег завртња.



Сл. 14

Најмања подела на лумбусу је $10'$ а помоћу микроскопа са концем може се ценити десети део поделе т. ј. може се читање вршити до на $1'$.

4. Летва и читање на летви

Уз ове инструменте конструисана је нарочита летва (обично склапајућа) са сантиметарском поделом. Сантиметри су означени танким цртама а сваки десиметар дужом цртом поред које

¹⁾ Овде је визура замишљена права, која пролази кроз пресек лика нулте криве са вертикалном ивицом призме p_2 и оптички центар објективног сочива. Дакле, овде је средњи хоризонтални конач код обичног тахиметра замењен ликом нулте криве.

²⁾ Израз „поклапати“ треба разумети у том смислу, што при хоризонталној визури призма p_1 мора заузети такав положај да се лик главног полупречника тачно поклапа са ивицом призме p_2 (која одговара вертикалном концу обичног теодолита).



је уписана вредност дотичног десиметра (сл. 15). Почетак поделе „нулта марка“ налази се на 1,400 м. од подножја летве и означен је са две косе дебље црне линије. Ова висина нулте марке одговара просечној висини инструмента и тиме се упрошћава рачунање отстојања и висинских разлика, јер се у раду летва навизира тако да нулта крива, односно лик нулте криве, погоди нулту марку (види сл. 16а, б, с) те читамо на летви кривом за отстојање и висинске разлике непосредно отсечке на летви. Ова читања (изражена у метрима) на летви једнака су $1/100$ делу хоризонталног отстојања и $1/20$ делу висинске разлике; односно кад се ова читања просто помноже са 100 односно са 20 добије се хоризонтално отстојање од инструмента до летве и висинска разлика између прекрета дурбиновог и тачке на летви где нулта крива линија погађа летву.

Када се пак из буди којих разлога (на пр. зарашћености терена) не види летва изнад нулте марке онда се може употребити и подела испод ове марке, која је означена црвеном бојом (види став под 5) — Рачунање отстојања и висинских разлика.

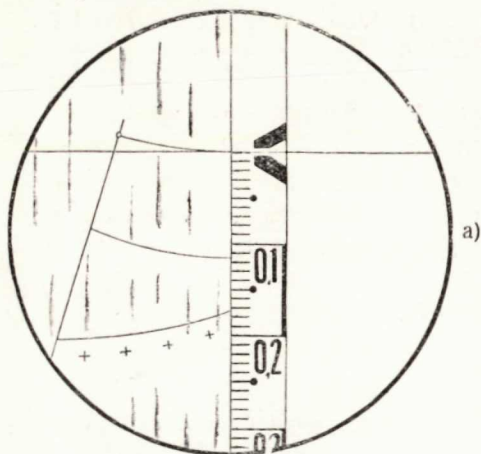
Летве су обично дужине од 4 м. и снабдеване су центричком либелом ради довођења летве у вертикалан положај.

Сам поступак читања на летви је следећи: пошто навизирамо летву — померањем алхидаде помоћу завртња за фино кретање доведе се вертикална ивица окуларне ивице p_2 до поклапања са ликом ивице летве. Потом се завртњем за фино кретање дурбина у вертикалној равни доведе лик нулте криве (односно хоризонтални конач, који се налази у равни кончанице и кога нулта крива мора тангирати у свим положајима дурбина) до поклапања, по правилу, са ликом

Сл. 15 почетка поделе на летви т. ј. са нултом марком — па се читају отсечци за отстојање и висинску разлику са означеним знаком $+$ или $-$. Најзад, за мерење хоризонталног угла треба померити алхидаду док ивица призме не погоди средину летве.

У сл. 16 показана су три разна случаја читања на летви и

то: под а) се односи на случај када је визура изнад хоризонта, под б) када је визура хоризонтална а под с) када је испод хоризонта



а)

Визура изнад хоризонта:

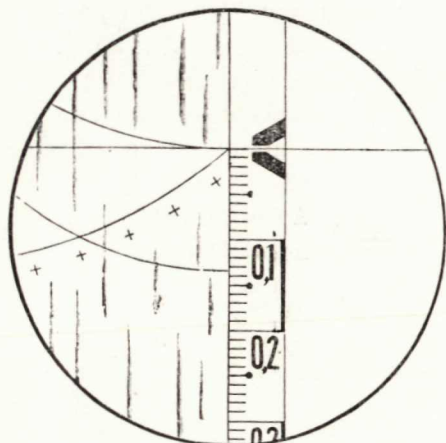
$$l_D = 0,115; l_H = +0,173$$

1) Хоризонтално отстојање је:

$$D = 0,115 \times 100 = 11,5 \text{ m}$$

2) Висинска разлика је:

$$H' = +0,173 \times 20 = +3,46 \text{ m}$$



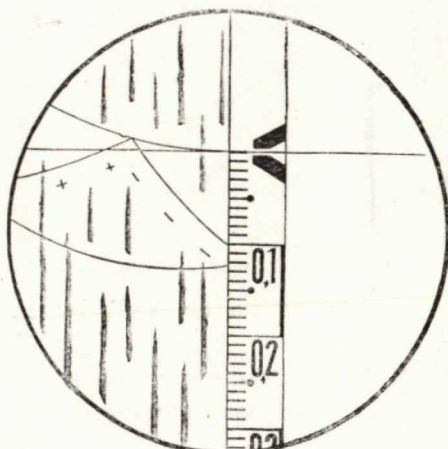
б)

Визура хоризонтална:

$$l_D = 0,135; l_H = 0,000$$

$$1) D = 0,135 \times 100 = 13,5 \text{ m}$$

$$2) H' = 0,00$$



в)

Визура испод хоризонта:

$$l_D = 0,124; l_H = -0,100$$

$$1) D = 0,124 \times 100 = 12,4 \text{ m}$$

$$2) H' = -0,100 \times 20 = -2,00 \text{ m}$$

(Наставиће се)