Major Valerius KOMÁREK:

Problém otáčivosti drah.)*

„Otáčivostí drah" rozumíme otáčení dráhy okolo středu ústí, hlavně ve směru vertikálním tak, aby procházely cílem, položeným buď nad úroveň ústí nebo pod ní (tedy mimo). Tento odedávna v balistice zakořeněný pojem postrádá vlastně vědeckého podkladu. Na první pohled je vidět, že se touto otáčivostí mění úhel záměrný a s ním tvar dráhy; proto nelze vlastně mluviti o jejím otáčení, nýbrž o převádění na dráhu s jiným tvarem, která prochází cílem. Precisní určení elevace při střelbě na cíle mimo úroveň ústí mělo by se vlastně skládati z určení polohového úhlu pro dráhu letu, která prochází určitým bodem (cílem), určeným souřadnicemi, čímž by problém této střelby byl řešen správným způsobem.

Takový postup by však byl značně komplikován a nebyl by pro praxi, kde se požaduje rychlost, způsobilý. Proto v XIX. století učenec-balistik San Robert stanovil princip „o otáčivosti drah", kterým byl tento problém řešen velmi jednoduchým a pro praxi vyhovujícím způsobem. Postup je tak znám, že je zbytečné dále se o něm rozšiřovat. Poznamenávám jen, že se zmíněný princip zakládá na předpokladu, kde dráhy letu s různými malými záměrnými úhly jsou skoro stejné vzhledem k tvaru. Elevace je tedy algebraický součet úhlu záměrného a úhlu polohového. (Ostatní malé změny, povstalé pružností materiálu, mohou býti zanedbány.) Tohoto pravidla lze však použíti pro úhly (elevace) jen do 20°. Z toho je patrno, že je tento problém jen částečně řešen, neboť lze jej uplatniti jenom na vzdálenosti poměrně krátké. V praxi se ovšem velmi rychle dojde do této meze. Proto obsahují tabulky střelby opravy, které se udělují v témže smyslu, jako je polohový úhel, pro nějž oprava platí (nad úrovní ústí nebo pod ní); opravy jsou polohovému úhlu úměrné. To se klidně praktikuje vlastně za nedokázaného předpokladu, že se dráha letu při cílech nad úrovní zkracuje a při cílech, položených pod úrovní ústí, prodlužuje. Tímto způsobem je pak doplněn princip o otáčivosti drah skoro na veškeré v praxi možné případy střelby na cíle na povrchu zemském.

Tato téměř vynucená metoda byla převzata i pro moderní děla. Uvidíme však, že nyní, kdy je nutno využíti dostřelu děl do krajnosti, a kdy se objevily cíle ve vzduchu s polohovými úhly téměř 90°, nelze nadále s touto metodou vystačiti.

Z toho důvodu je třeba celý tento problém vybudovati na nových základech a vytvořiti vědecky odůvodněnou novou metodu, platnou pro veškeré případy. Tím bude nejen projednán princip o otáčivosti drah, nýbrž bude též vytvořen postup pro spolehlivé řešení oněch případů, kde zmíněná otáčivost drah nevyhovuje.

Řešení tohoto problému je velmi důležité zejména pro cíle ve vzduchu. Předem je nutno podotknouti, že důkladné probadání této věci potvrzuje oprávněnost problému o otáčivosti drah a že je

*) Upraveno podle článku dělostřeleckého podplukovníka Mirka Brusiče arm. SHS. (viz „Art. Glasnik" 1928, čís. 3.).

to nejjednodušší způsob řešení, ovšem v mezích s počátku uvedených.

Praktické použití principu o otáčivosti drah.

Princip o otáčivosti drah je vybudován na předpokladu, že dráhy letu jsou v určitých mezích, t. j. při elevacích až nejvýše do 20°, stejné. Elevace je, jak předem bylo řečeno, algebraický součet úhlu záměrného, polohového a úhlu zdvihu. Tento úhel je velmi malý a poměrně konstantní, takže třeba bráti v úvahu toliko úhel záměrný a polohový.

Pro praxi je důležité stanovení určité meze pro otáčivost drah, aby byl střílející zproštěn veškeré teoretické činnosti, což by mu umožnilo urychlenou a jednoduchou práci.

Polohové úhly bývají poměrně malé, protože výškový rozdíl palebného postavení dotčené zbraně a cíle proti jejich horizontální vzdálenosti je rovněž velmi malý.

Podle zkušenosti jsou polohové úhly v terénu vlnitém asi 3°, v pahorkovitém 5° a v ostatním hornatém terénu nejvýše 10°. To se jeví i v konstrukci lafet, které připouštějí jen určitou elevaci (depresi) pro maximální případy.

Z toho důvodu je pro praxi úplně vyhovující, omezí-li se otáčivost drah jen na druhého činitele, t. j. na úhel záměrný, což je vlastně vzdálenost, na kterou se střílí. Všeobecně říkajíc, je volnost v otáčivosti drah tím větší, čím je záměrný úhel menší, tedy čím je dráha rasantnější.

U pušek je záměrný úhel nejvýše 3°—5°; největší polohové úhly bývají až 10°, pročež je volnost otáčivosti drah u pušek na cíle pozemní neomezena.

U děl, kde jsou úhly záměrné a polohové, nesmí býti ovšem překročena mez předem uvedená. Tato mez je patrná z tabulek střelby.

Poněvadž děla s velkou počáteční rychlostí mají též rasantní dráhy letu, má též pro ně platnost princip o otáčivosti drah.

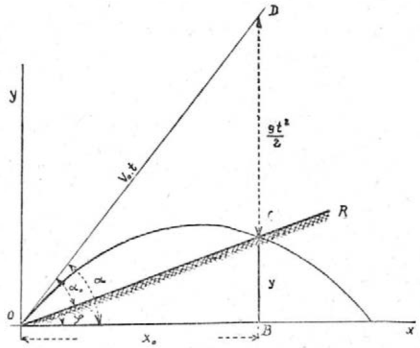
Tak na př. je u 75mm polního děla vz. 12, původu francouzského, dovolena otáčivost drah do záměrného úhlu 10°, což odpovídá vzdálenosti 4600 m při normální náplni; při zmenšené náplni 3000 m. U 8cm děla vzor 5/8 (z bývalé rakouské armády) je dovolena otáčivost drah do záměrného úhlu 7°, čemuž odpovídají vzdálenosti při největší náplni 3000 m, při náplni 4—2600 m, při třetí náplni 2200 m, při druhé náplni — 1800 m a při první náplni 1500 m. U srbského 104mm děla vzor 15 (rakouského původu, které má velkou počáteční rychlost 680 m/sek., je dovelena prostá otáčivost drah na vzdálenosti 8000 m. V těch případech, kde prostá otáčivost drah dovolena není, jsou uvedeny, jak dříve podotčeno, v příslušných tabulkách střelby příslušné opravy, a to pro děla původu francouzského ve zvláštních tabulkách, pro děla původu rakouského v samých tabulkách střelby v sloupci 21.

Vliv otáčivosti drah na šikmý dostřel.

Jak již bylo řečeno, neexistuje vlastně žádná otáčivost drah, neboť elevací se mění též tvar celé dráhy letu a tedy i šikmý dostřel.

Abychom došli k jasným pojmům o vlivu otáčivosti drah na dostřel, je potřebí matematického objasnění.

K tomu nám poslouží obrazec 1, jehož označení znamenají:



Obr. 1.

O . . . . . střed ústí.
C . . . . . cíl.
$\overline{OR}$ . . . . nakloněná rovina, na níž leží cíl.
$\overline{OC}$ . . . . šikmý dostřel (dálka zaměřovače.)
$\overline{OD}$ . . . . výstřelná (osa hlavně v okamžiku výstřelu.)
$\frac{g\,t^2}{2} = \overline{DC}$ . . . . délka pádu.

φ = úhel polohový
α = elevace (náměr)
α_0 = relativní elevace vzhledem na šikmou rovinu $\overline{OR}$
$x = \overline{OB}$, ... } jsou souřadnice bodu C (cíle), prochází-li systém
$y = \overline{BC}$, ... } souřadnicový bodem O (střed ústí.)

Výraz pro šikmý dostřel x dává rovnice

$$x = \overline{OC}, \cos\varphi$$

$$\overline{OC} = \frac{x}{\cos\varphi},$$

$$\text{protože je } x = V_0 t \,.\, \cos\alpha \;.\;.\;.\;.\; 1)$$

$$\text{je } \overline{OC} = \frac{V_0 t \,.\, \cos\alpha}{\cos\varphi} \;.\;.\;.\;.\; 2)$$

Abychom vyjádřili šikmý dostřel konstantními veličinami, je nutno eliminovati t.

Z obrazce je vidět:

$$y = x \,.\, \mathrm{tg}\,\varphi = \overline{BD} - \overline{CD}$$

$$x \,.\, \mathrm{tg}\,\varphi = V_0 \,.\, t \,.\, \sin\alpha - \frac{g\,t^2}{2}$$

Dosadíme-li do této rovnice hodnotu pro x z rovnice 1., dostaneme:

$$\frac{V_0 t}{g} \cdot \cos\alpha \,.\, \mathrm{tg}\,\varphi = V_0 t \,.\, \sin\alpha - \frac{g t^2}{2}$$

Tuto rovnici násobíme $\frac{2}{g}$ a upravíme takto:

$$\frac{2\,V_0 t}{g} \cdot \cos\alpha \,.\, \mathrm{tg}\,\varphi = \frac{2\,V_0 t}{g} \cdot \sin\alpha - t^2$$

$$t^2 + \frac{2\,V_0 t}{g} \,.\, \cos\alpha \,.\, \operatorname{tg}\varphi - \frac{2\,V_0 t}{g} \,.\, \sin\alpha = 0$$

$$t \,.\, \left[t + \frac{2\,V_0 t}{g} \cos\alpha \,.\, \operatorname{tg}\varphi - \sin\alpha \right] = 0$$

Této rovnici je vyhověno, je-li některý z činitelů roven nule, z čehož opět vyplývá, že jde o hodnoty dvě.

Ve středu ústí hlavně „0“ je $t=0$.

Druhou hodnotu dá výraz: $t + \frac{2\,V_0}{g} (\cos\alpha \,.\, \operatorname{tg}\varphi - \sin\alpha) = 0$

$$t = -\frac{2\,V_0}{g} (\cos\alpha \,.\, \operatorname{tg}\varphi - \sin\alpha) \text{ anebo}$$

$$t = \frac{2\,V_0}{g} (\sin\alpha - \cos\alpha \,.\, \operatorname{tg}\varphi)$$

$$t = \frac{2\,V_0}{g} \,.\, \frac{\sin\alpha \cos\varphi - \cos\alpha \,.\, \sin\varphi}{\cos\varphi}$$

$$t = \frac{2\,V_0}{g} \,.\, \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\cos\varphi} \quad \ldots .\ 3)$$

Tato hodnota pro t, dosazena do rovnice 2., dá:

$$\overline{OC} = \frac{V_0 \cos\alpha}{\cos\varphi} \,.\, \frac{2\,V_0}{g} \,.\, \frac{\sin(\alpha - \varphi)}{\cos\alpha}$$

$$\overline{OC} = \frac{2\,V^2}{g} \,.\, \frac{\cos\alpha \,.\, \sin(\alpha - \varphi)}{\cos^2\varphi} \quad \ldots .\ 4)$$

Podle této rovnice lze stanoviti šikmý dostřel pod polohovým úhlem φ. Úhel α je evelace, úhel $(\alpha - \varphi)$ je úhel, zaměřený pro dálku zaměřovače $\overline{OC}$, vzhledem na šikmou rovinu $\overline{OR}$, tedy $\alpha - \varphi = \alpha_0$.

Dosadíme-li do rovnice 4., dostaneme:

$$\overline{OC} = \frac{2\,V_0^2}{g} \,.\, \frac{\sin\alpha_0 \cos\alpha}{\cos^2\varphi} \quad \ldots .\ 5)$$

Předpokládáme-li, že dráha letu $\overline{OC}$ je uvedena do této polohy otáčením, je α_0 úhlem záměrným s týmže dostřelem, jaký by byl pro úroveň ústí; tedy pro tento dostřel konstantní veličinou. Hodnota šikmého dostřelu je tedy vzhledem na konstantní hodnotu $\frac{2\,V_0^2 \sin\alpha_0}{g}$ závislá jen na výrazu $\frac{\cos\alpha}{\cos^2\varphi}$.

Poněvadž je úhel α součtem úhlů $(\alpha_0 + \varphi)$, můžeme říci, že je šikmý dostřel závislý na úhlu φ.

Každému úhlu polohovému odpovídá určitý šikmý dostřel. Veškeré body C na různých nakloněných rovinách (procházejících bodem O a rovnoběžné s původní předpokládanou šikmou rovinou) dohromady spojené, tvoří křivku, která je mezí veškerých šikmých dostřelů, povstalých otáčivostí drah. Tuto křivku je třeba analyticky určiti její rovnicí.

Rovnice přímky $\overline{OR}$ jest: $y = x \,.\, \operatorname{tg}\varphi$ .... 6) a poloha bodu C na této přímce je určena rovnicí

$$x = \overline{OC} \,.\, \cos\varphi \quad \ldots ..\ 7)$$

Eliminujeme-li z těchto rovnic proměnlivou veličinu φ, dostaneme žádanou křivku všech bodů C.

Hodnotu pro $\overline{OC}$ z rovnice 5) dosadíme do rovnice 7).

$$x = \overline{OC} \,.\, \cos\varphi = \frac{2\,V_0^2}{g} \cdot \frac{\sin\alpha_0 - \cos\alpha}{\cos^2\varphi} \,.\, \cos\varphi$$

Dosadíme-li $\alpha = \alpha_0 - \varphi$, dostaneme:

$$x = \frac{2\,V_0^2}{g} \cdot \frac{\sin\alpha_0 \,.\, \cos(\alpha_0 + \varphi)}{\cos\varphi}$$

za: $\cos(\alpha_0 + \varphi) = \cos\alpha_0 \,.\, \cos\varphi - \sin\alpha_0 \,.\, \sin\varphi$

$$x = \frac{2\,V_0^2}{g} \cdot \frac{\sin\alpha_0 \cos\alpha_0 \,.\, \cos\varphi}{\cos\varphi} - \frac{2\,V_0^2}{g} \cdot \frac{\sin^2\alpha_0 \,.\, \sin\varphi}{\cos\varphi}$$

$$x = \frac{2\,V_0^2}{g} \cdot \sin\alpha_0 \,.\, \cos\alpha_0 - \frac{2\,V_0^2}{g} \cdot \sin^2\alpha_0 \,.\, \mathrm{tg}\,\varphi$$

Do této rovnice dosadíme z rovnice 6) $\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{y}{x}$

$$x = \frac{2\,V_0^2}{g} \cdot \sin\alpha_0 \,.\, \cos\alpha_0 - \frac{2\,V_0^2}{g} - \sin^2\alpha_0 \cdot \frac{y}{x}$$

$$\frac{g\,x^2}{2\,V_0^2} = x \,.\, \sin\alpha_0 \,.\, \cos\alpha_0 - y \,.\, \sin^2\alpha_0$$

$$\frac{g\,x^2}{2\,V_0^2} \cdot \sin^2\alpha_0 = x \,.\, \mathrm{cotg}\,\alpha_0 \;.\; y$$

$$y = x \,.\, \mathrm{cotg}\,\alpha_0 \;.\; \frac{g\,x^2}{2\,V_0^2} \sin^2\alpha_0$$

Dosadíme za $\mathrm{cotg}\,\alpha_0 = \mathrm{tg}\,(90 - \alpha_0)$, a : $\sin\alpha_0 = \cos(90 - \alpha_0)$, je konečná rovnice:

$$y = x\;\mathrm{tg}\,(90 - \alpha_0) - \frac{g\,x^2}{2\,V_0^2 \cos^2(90 - \alpha_0)}$$

Tato rovnice nám praví, že předem zmíněná křivka (veškerých otáčivých drah se záměrným úhlem α_0) je parabola vycházející z bodu O pod úhlem $90 - \alpha_0$.

Nyní lze graficky přesně znázorniti vliv otáčivosti drah na hodnotu šikmého dostřelu. K tomu účelu je třeba nejdříve sestrojiti parabolu pro záměrný úhel α s horizontálním dostřelem (dálkou zaměřovače) x_0, kterýžto systém se má otáčeti. Nad touto parabolou nutno sestrojiti parabolu pro záměrný úhel $(90 - \alpha)$ a z bodu O (střed ústí hlavně) vésti libovolný počet přímek pod různými úhly. Tyto přímky znázorňují základny otáčené dráhy v různých polohách. Průsečík každé této přímky se zmíněnou komplementní parabolou naznačuje místo šikmého dostřelu; vzdálenost tohoto průsečíku s průsečíkem kružnice, opsané poloměrem, který se rovná původnímu dostřelu ze středu souřadnice O, s některou přímkou (šikmého dostřelu) ukazuje změnu dostřelu (dálkou zaměřovače), nastalou otáčivostí drah.

V obrazcích 2, 3 a 4 je znázorněna otáčivost drah pro počáteční rychlost 500 m/sek. Tato počáteční rychlost je vzata jakožto průměrná počáteční rychlost polních děl s rasantními drahami, poněvadž je pro tento případ nejzajímavější. Tato počáteční rychlost tvoří spodní mez počátečních rychlostí protiletadlových děl a může tedy rovněž posloužiti k studiu změn dostřelu na cíle ve vzduchu, pohlížíme-li na tuto střelbu jako na extrémní případy otáčivosti drah.

Otáčivostí drah roste dotčená elevace od $0^\circ - 90^\circ$; se vzrůstem polohového úhlu roste elevace, až konečně přechází v kolmý výstřel. Veškeré dráhy letu se stejnou počáteční rychlostí jsou, jak známo, ohraničeny obalovou křivkou, t. zv. obálkou.

Změny šikmého dostřelu jsou možné výhradně v mezích této křivky.

Vliv otáčivosti je různý podle toho, je-li vrchol (souřadnice y) předem zmíněné obalové křivky — obálky — výše, níže nebo v stejné výši nežli sahá kružnice, opsaná z bodu O poloměrem o délce horizontálního dostřelu (viz obrazec).

Podle toho rozeznáváme tři nejvýznačnější případy:

a) Otáčivost drah s horizontálním dostřelem x_0, který je menší nežli souřadnice y obálky (výška obálky).

V obrazci 2 je na základě výpočtu graficky znázorněno otáčení dráhy se záměrným úhlem 8° a počáteční rychlostí 500 m/sek. (dráha pro cíl v úrovni ústí hlavně, malá vzdálenost).

Z obrazce je vidět, jak se dostřel s počátku pro otáčení nad úroveň ústí zkracuje a pod úroveň ústí prodlužuje. Cíle, ležící nad úrovní ústí nebo pod ní v rozpětí $\pm 10^\circ$ lze zasáhnouti drahou letu otočenou prostě bez jakýchkoliv oprav. Rozdíly dostřelu takovým otáčením povstalé jsou tak nepatrné, že nemají žádný vliv na přesnost střelby. Velikost chyby souhlasí s nepatrnými veličinami předem zmíněnými, které byly zanedbány při stanovení principu o kongruenci drah při otáčení.

Tato úvaha potvrzuje celkem výsledek předem zmíněný, že totiž otáčivost drah při pozemních cílech v mezích předem stanovených zůstává téměř bez vlivu na střelbu; zůstává tedy princip o otáčivosti drah v plné platnosti. Mez této platnosti lze stanoviti jak počtem, tak i graficky podle předchozího pojednání.

Otáčivost drah ve větší míře, nežli je předem uvedeno, netřeba bráti pro cíle pozemní v úvahu; zato však pro cíle ve vzduchu. Z toho důvodu je nutno tento případ blíže projednati.

Z obrazce 2 je vidět, jak původní (horizontální) dostřel počne při 10° úhlu polohového při otáčení poněkud vzrůstati, až konečně při polohovém úhlu 15° dosáhne své původní délky x_0.

Při dalším vzrůstu polohového úhlu, t. j. při dalším otáčení dráhy, vzrůstá stále dostřel přes svou původní délku x_0. Z obrazce je zřejmé, že tento případ nastává tehdy, jestliže je délka horizontálního dostřelu x_0 menší nežli souřadnice obálky y; svého maxima dosáhne dostřel (x_0) tehdy, když dosáhne zmíněné obálky, což nastane při 74° úhlu polohového. Při dalším otáčení délka dostřelu počne náhle klesati, při čemž prochází dostřel při 82° úhlu polohového kružnicí o poloměru x_0 — nabývá tedy v tom bodě své původní délky x_0.

Z této úvahy vysvítá, jak dostřel, menší nežli souřadnice obálky, mění při otáčení od $0^\circ - 90^\circ$ svou délku jak ve smyslu positivním, tak i negativním; s tím je nutno při střelbě na cíle ve vzduchu počítati.

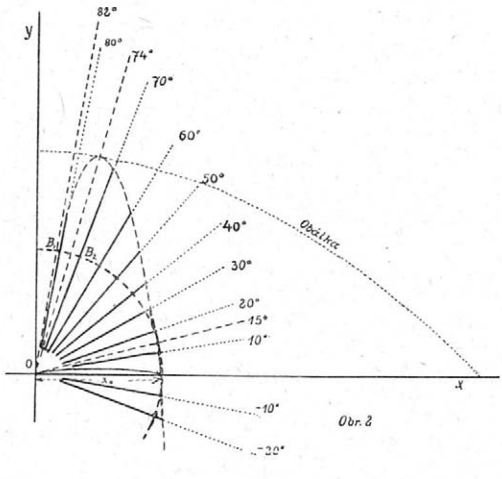
Je-li cíl na př. v bodě B, je právě dostřel pro toto místo v systému našich souřadnic roveň x_0, tedy dostřelu horizontálnímu. Protože však bylo 50% drah podle známých pravidel delší nežli ona právě pro x, je nutno záměrný úhel zmenšiti, a to o veličinu, odpovídající zvětšení dostřelu pro toto místo.

Z tohoto případu vidíme, jak je složité udílení elevace na cíle ve vzduchu. Každý polohový úhel vyžaduje zvláštní opravy záměrného úhlu (vzdálenosti cíle), které ani nelze ihned pro každý jednotlivý případ teoreticky stanoviti. Z toho důvodu musí býti zaměřovací přístroje tak zařízeny, aby potřebné opravy mohly býti automaticky udělovány, a to tím spíše, poněvadž se cíle pohybují se značnou rychlostí.

Jest nutno ještě se zmíniti, že obr. 2 podává jen prostý nástin předem uvedeného případu. Pro moderní protiletadlová děla s počáteční rychlostí od 1000 m/sek. leží zmíněná obálka mnohem výše (protíná osu y mnohem výše); v poměru k předpokládanému dostřelu v ose X (x_0) je až desateronásobně větší, nežli jak je to naznačeno v obrazci.

b) Otáčivost drah s horizontálním dostřelem x_0, který se rovná souřadnici obálky y (výška obálky).

Obrazec 3 znázorňuje otáčivost dráhy se záměrným úhlem 15° a počáteční rychlostí 500 m/sek. (dráha pro dostřel x_0, spodní skupinu úhlu). I zde je viděti, jak se dostřel při otáčení nad úroveň ústí s počátku zkracuje a pod úroveň ústí prodlužuje, avšak již v mnohem větší míře nežli v případě prvním (obr. 2). Změny polohových úhlů



Obr. 2

v rozpětí ± 10° jsou již tak veliké, že nemohou býti již zanedbávány; z toho důvodu nelze již na tento případ prostě beze změn aplikovati princip o otáčivosti drah, nýbrž je zde již nutno provésti opravy, odpovídající změnám dostřelu proti dostřelu x_0 jak z obr. 3 viděti.

Je to případ, kde je již překročena mez velikosti záměrného úhlu, do které je prostá otáčivost drah bez příslušné opravy možná. Elevace se tedy skládá z úhlů: záměrného, polohového a z opravy pro úhel polohový, kteroužto opravu označujeme „$\triangle$s".

Pro cíle ve vyšších (nižších) polohách) platí tedy všeobecně pro elevaci vzorec:

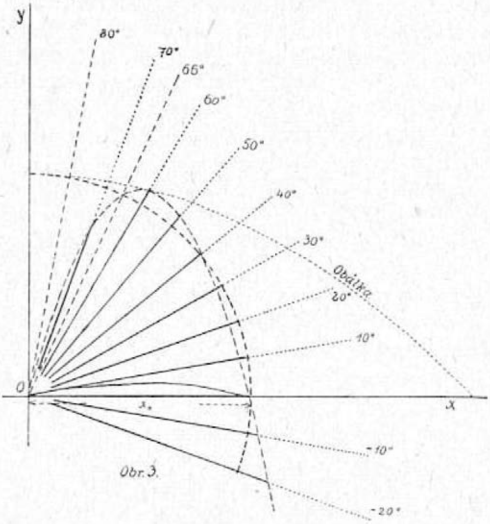
$$E = T \pm S \pm \triangle s.$$

T značí úhel záměrný.

S značí úhel polohový.

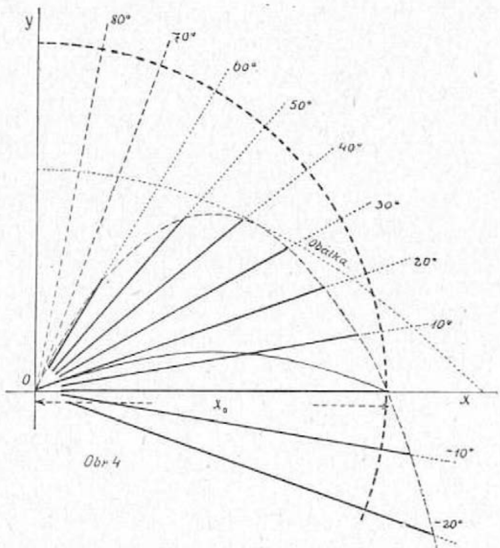
$\triangle$s nazýváme doplňkovou opravou úhlu polohového.

Hodnotu pro $\triangle$s lze snadno stanoviti podle změny dostřelu, patrnou z obr. 3; tato hodnota je obsažena v tabulkách střelby (sloupec 21). Při dalším otáčení do výše zmenšuje se stále šikmý dostřel proti x_0 a pak zase počne vzestup jeho délky, kde při 40° nabývá své původní hodnoty (x_0 = dostřel v úrovni ústí); při dalším otáčení je v stadiu vzestupném, při 60° dosáhne maxima, potom se zase jeho délka zmenšuje; při 66° proběhne stadiem své původní délky a pak nastává rychlý sestup k nule.



Obr. 3.

Změny dostřelu při značném otáčení drah (při střelbě na letadla) mají tedy i při středních vzdálenostech různé hodnoty a vyžadují automatických zařízení zaměřovacích přístrojů a zvláštního postupu při střelbě.



Obr. 4

c) Otáčivost drah s dostřelem x_0, který je větší nežli souřadnice obálky y (výška obálky).

Obraz 4 znázorňuje otáčení dráhy (pro x_0) se záměrným úhlem

26° a počáteční rychlostí 500 m/sek. (pro vrchní skupinu úhlu). V tomto případě se dostřel při otáčení dráhy nad úroveň ústí zmenšuje a při otáčení pod úroveň ústí zvětšuje, avšak v značnější míře nežli v obou předchozích případech za a) a za b). Zde platí i při nejmenších polohových úhlech vzorec: $E = T \pm S \pm \triangle s$, při čemž $\triangle s$ mají již mnohem větší hodnoty nežli v předešlém případě. Při dalším otáčení, které třeba bráti v našich příkladech v úvahu, t. j. do 90°, zmenšuje se stále šikmý dostřel, až při 40° (viz obr. 4) dosáhne svým koncem obálky, a potom se stále zmenšuje a blíží se pak náhle nule. V tomto případě se dostřel x_0 vůbec nezvětšuje, což se rozumí samo sebou; neboť horizontální dostřel x_0 je větší nežli výška obálky. Tento třetí případ je v praxi dosti řídký.

Při střelbě na cíle pozemní z normálních děl je dostřel omezen jednak okolnostmi vyplývajícími s hlediska taktického a pozorovacího, jednak z konstrukčních důvodů tohoto materiálu.

Případ třeba bráti v úvahu u těžkých dalekonosných děl při bombardování na velké vzdálenosti (a u houfnic). Střelba s vrchní skupinou úhlů. Rovněž při střelbě na letadla se tento případ velmi zřídka vyskytuje, neboť děla k tomuto účelu mají vesměs velkou počáteční rychlost a výška obálky je 7—10 km, dále pak třeba bráti v úvahu pravděpodobnost zásahu, obtížné pozorování palby, účinek časových zapalovačů, rozptyl a krátká doba letu.

Podle této úvahy má problém otáčivosti drah mnohem širší pole, nežli míval dosud. V našich dobách, kdy se prostředky pro boj ve vzduchu stále rozvíjejí a budou zajisté absorbovati velkou část bojové činnosti zbraní pozemních, je nutno, aby tento problém byl co nejlépe vyřešen.

Starý, skromný, avšak pro normální případy úplně účelný princip San Robertův je tím doplněn; doplněk zaujímá značnou část praktických případů o přizpůsobování drah letu, jak to diktuje potřeba moderního válečnictví. Celá tato úvaha a výpočty zakládají se na balistice ve vzduchoprázdném prostoru a platí tedy, posuzujeme-li celou věc s nepřímého hlediska, výhradně pro vzduchoprázdný prostor; přes to nutno připomenouti, že je postup při úvahách a výpočtech pro prostor se vzduchem obdobný, i když je nutná modifikace následkem odporu vzduchu. Protože existují metody matematické i grafické pro přepočítávání drah letu a příslušných obálek, mohl by býti celý vzestup zde podaný proveden i pro prostor se vzduchem a pak by mohlo býti výsledků prakticky využito.

To je však postup velmi složitý, o kterém se uvažuje v konstrukčních a balistických kancelářích a který přesahuje hranice této studie.

Plukovník gšt. Jiří BIRULA:

Raid.

(Dokončení.)

IV.

Veliká světová válka 1914—1918 neobohatila válečné dějiny ve smyslu dobře organisovaných a hlavně dobře vedených jezdeckých raidů do nepřátelského týlu. Ruská fronta, na jezdectvo nejbohatší, dala jen několik více méně instruktivních příkladů; ty však, vzhledem k délce zápasu, vhodným podmínkám pro použíti jezdectva na