
PŘEKLADY A REFERÁTY

POUŽITÍ FERROSONDOVÉHO HLEDÁČKU PŘI CHIRURGICKÉM ODSTRAŇOVÁNÍ CIZÍCH FERROMAGNETICKÝCH PŘEDMĚTŮ

R. I. JANUS, M. A. VEDENEV, V. I. DROŽŽINA, Ju. Ja. REUTOV, V. P. LEMAN

Ústav fyziky kovů AV SSSR a 1. městská nemocnice ve Sverdlovsku

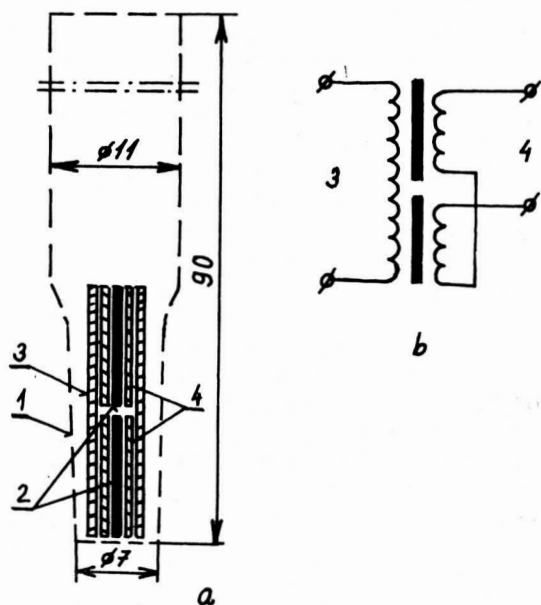
Cizí předmět v lidském těle se obvykle lokalizuje pomocí rentgenového snímku. Při operaci potom chirurg postupně proniká tkáněmi a snaží se příslušný předmět nalézt a odstranit. Praxe však dokazuje, že takováto operace nebývá vždy úspěšná. Příčin je několik. Především podle rentgenového snímku je obtížné určit přesné umístění předmětu, což je velmi závažné zejména tehdy, jsou-li nablízku životně důležitá centra nebo silná nervová pletě. Dále v důsledku pohyblivosti tkání, jež předmět obklopují, může dojít k jeho přemístě-

ní v době mezi pořízením rentgenového snímku a vlastní operací, v mnoha případech dokonce v průběhu samotné operace. Operovat pod rentgenem je nežádoucí, neboť v tomto případě je vystaven silné dávce záření jak pacient, tak lékař.

Proto pro bezpečnější, rychlé a spolehlivé hledání cizího předmětu v těle pacienta doporučujeme použít ferrosondový hledáček. Je přirozené, že této metody lze užít jen tehdy, obsahuje-li předmět nějaký ferromagnetický kov, např. železo, nikl, ocel apod. V současné době

se v SSSR sériově vyrábí ferrosondový hledáček FP-1, který je určen pro měření zbytkového magnetismu částí strojů, ale je vhodný (po úpravě) i pro využití v lékařství. Přístroj FP-1 váží cca 2 kg a stojí 220 rublů.

Těleso hledáčku má tvar plnicího pera (obr. 1a). V jeho užší části se nachází budicí vinutí — 3, uvnitř budicí cívky jsou 2 jádra — 2 z permalloye, každé je 15 mm dlouhé. Kromě toho je do budicí cívky vložena ještě cívka indikační — 4, která sestává ze dvou stejných sekcí, zapojených v sérii proti sobě (obr. 1b).

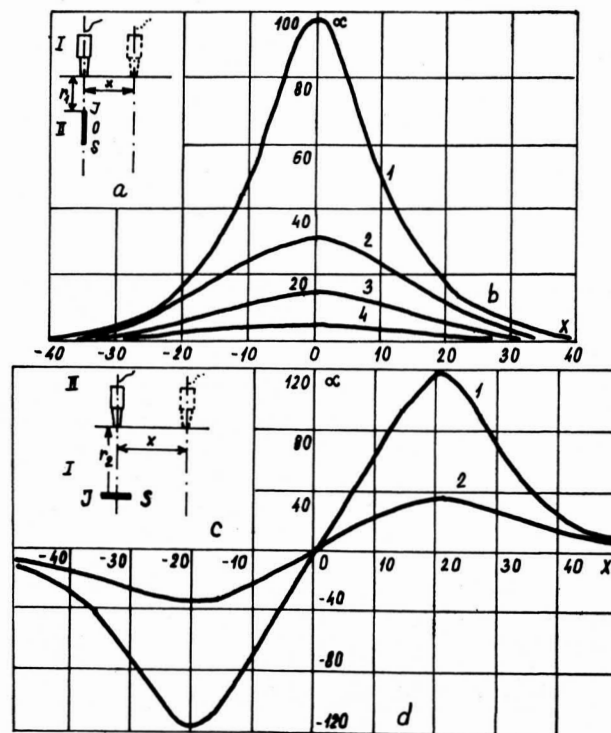


Obr. 1. Schematické vyobrazení hledáčku
1 — těleso; 2 — jádra; 3 — budicí cívka; 4 — indikační cívka

Budicí cívka je napájena z elektronkového generátoru frekvencí 10 kHz, propojení je zabezpečeno ohebnou šňůrou. Jádra se zmagnetují téměř po práh nasycení. Indikační cívka je připojena k elektronickému přístroji, který měří napětí druhé harmonické. Pokud se hledáček nachází v homogenním poli (např. v magnetickém poli Země), vzniká v obou sekcích indikační cívky stejná, ale vzhledem k jejich propojení vzájemně opačná ems. Proto se výsledná ems blíží nule. Jestliže však přiblížíme k úzké části hledáčku zmagnetovaný předmět (např. úlomek jehly), změní se konfigurace magnetického pole, takže na každou ze sekcí indikační cívky bude působit jako výsledné pole, pole různé intenzity. Ručička přístroje se vychýlí; velikost i směr výchylky jsou dány velikostí a charakterem magnetického pole přiblíženého předmětu.

Přístroj FP-1 není ve většině případů vhodný pro přímé použití ve zdravotnictví pro malou citlivost, která postačí jen tehdy, je-li cizí předmět v těle člověka poměrně veliký a navíc se nachází v blízkosti povrchu těla. Proto byla vyvinuta nová modifikace přístroje pod označením FP-2, kde bylo dosaženo 10krát

větší citlivosti. Pro vyjasnění závislosti údajů přístroje na vzájemné poloze vyjímáných předmětů a hledáčku FP-2 jsme provedli zkoušky s předměty různé velikosti, zhotovenými z různých slitin. Nejprve jsme vzali úlomek injekční jehly délky 41 mm a průměru 0,9 mm, který byl zmagnetován vložením do magnetického pole s intenzitou několika set Oe. Úlomek byl položen ve vzdálenosti r_1 od hledáčku přístroje tak, že jeho podélná osa byla totožná s osou ferrosondového hledáčku (takovou vzájemnou polohu předmětu a hledáčku budeme nazývat paralelní — obr. 2a). Potom jsme posouvali hledáček do strany vůči původní poloze až na vzdálenost x (příčmě osy hledáčku i úlomku byly stále rovnoběžné) a zaznamenávali jsme výchylky přístroje. Závislosti výchylky ručky přístroje α na vzdálenosti x při čtyřech různých vzdálenostech r_1 jsou zobrazeny na obr. 2b, odkud je zřejmé, že největší výchylky nastávají při souosé poloze jehly a hledáčku, tj. je-li $x = 0$. Pochopitelně, že výchylky jsou tím výraznější, čím menší je vzdálenost r_1 . Potom jsme ve vzdálenosti r_2 mezi koncem hledáčku a středem úlomku O (bod O leží uprostřed mezi konci S a J úlomku) natočili úlomek tak, aby jeho podélná osa byla kolmá k ose hledáčku (takovou vzájemnou polohu předmětu a hledáčku budeme nazývat kolmou — obr. 2c). Opět zaznamenáváme výchylky ručky α při různých x a různých vzdálenostech r_2 . Závislosti při dvou různých vzdálenostech



Obr. 2. Závislost výchylky ručky přístroje na vzájemné poloze hledáčku a cizího tělíska

a), b): r_1 10 mm (1); r_1 20 mm (2); r_1 30 mm (3); r_1 50 mm (4)

c), d): r_2 10 mm (1); r_2 20 mm (2)

jsou vyneseny na obr. 2d. Je zřejmé, že křivky na obr. 2d se významně liší od křivek na obr. 2b. Jednak mají dvě maxima, stejná co do absolutní hodnoty, ale opačného znaménka (což je dáno tím, že v blízkosti jednoho pólu úlomku se ručka vychýlí jedním směrem od střední polohy, v blízkosti opačného pólu se logicky vychýlí směrem opačným), za druhé jsou maxima položena nad konci úlomku, nikoliv nad jeho středem, kde je výchylka naopak nulová. Z obr. 2b i 2d je zřejmé, že s nárůstem vzdálenosti r_1 [příp. r_2] rychle klesá velikost výchylky α . Za dosah hledáčku budeme považovat takovou vzájemnou maximální vzdálenost mezi předmětem a koncem hledáčku, při níž se ještě vychýlí ručka přístroje na nejcitlivějším rozsahu stupnice alespoň o 5 dílků. V níže uvedené tabulce je uveden dosah přístroje při 2 variantách vzájemné polohy předmětu a hledáčku (tj. při vzájemné poloze paralelní a kolmé). Je vidět, že dosah přístroje je při paralelní poloze asi o 10–20 % větší, než při poloze kolmé.

Tab. 1

Dosah přístroje k různým cizím předmětům

Cizí předmět	Délka (mm)	Průměr (mm)	Dosah (mm)	
			paralelní poloha	kolmá poloha
injekční jehla	41	0,9	50	45
injekční jehla	24	0,6	45	40
injekční jehla	25	0,5	55	50
injekční jehla	10	0,7	35	30
jehla na šití	28	0,8	110	95
jehla na šití	10	0,8	60	50
standardní kulka			50	30
projektil z pistole			45	35

V praxi se ovšem setkáváme velice zřídka se situací, kdy můžeme při hledání hovořit o paralelní či kolmé poloze. Např. úlomek jehly zřídka bývá podélně nebo kolmo ležící k nejbližšímu povrchu těla. Nejčastěji s ním svírá naopak ostrý úhel. V takovém případě již nebude zobrazená funkce $\alpha(x)$ tak symetrická, jak tomu bylo na obr. 2d. Maxima již nebudou stejná a jedno z nich může být dokonce nezřetelné. Dosah hledáčku je především dán délkou předmětu a jeho magnetickými vlastnostmi. Tak např. z výše uvedené ta-

bulky vidíme, že dosah krejčovské jehly je 2–3krát větší, než dosah injekční jehly stejných rozměrů, což je pochopitelně dáno tím, že injekční jehly jsou vyrobeny z obtížně magnetovatelné nerezavějící oceli. Průměr jehly, jsou-li ostatní podmínky stejné, jen nepatrně ovlivňuje dosah.

Před začátkem operace je nutno cizí tělísko zmagnetizovat buď silným permanentním magnetem, nebo elektromagnetem. Zmagnetování se provede prostým přiložením magnetu k tělu pacienta v místě, kde se podle rentgenu nachází cizí předmět. Přitom, je-li předmět podélného tvaru, měly by magnetické silokřivky probíhat souběžně s osou předmětu. Jsou-li rozměr a poloha cizího tělíska výhodné pro pátrání hledáčkem, umožní přístroj FP-2 mnohem přesněji určit místo řezu, než vychází-li chirurg pouze z rentgenových snímků. Hledáček postavíme přibližně kolmo k povrchu těla v místě předpokládaného řezu a potom jej přemísťujeme po povrchu stále v kolmé poloze, přičemž vyhledáváme místa, v nichž ukáže ručka přístroje dvě maximální výchylky. Řez je pak dán v podstatě těmito dvěma body. Objevíme-li jen jedno maximum, uděláme střed řezu v tomto místě. Při postupném prohlubování řezu stále upřesňujeme polohu cizího tělíska. Proto čas od času vkládáme do rány hledáček a podle maximálních výchylek přístroje provádíme korekci dříve určené polohy předmětu. Tak, jak se postupně k předmětu přibližujeme, výchylky přístroje stále narůstají. Největší výchylka nastane při přímém styku konce hledáčku s jedním z pólů hledaného předmětu (s koncem předmětu, má-li podélný tvar). Abychom předešli omylům, musí být při práci s hledáčkem vzdáleny všechny ferromagnetické předměty, jako skalpel, svorky apod. alespoň 50 cm od přístroje.

Popsaná metodika i přístroj FP-2 se s úspěchem používají již více než 3 roky téměř ve všech klinikách Sverdlovska (v 1. městské nemocnici, v Oblastní sverdlovské klinice, na neurochirurgické klinice apod.). Bylo provedeno již 78 úspěšných operací, mezi jiným, vyjmutí úlomku krejčovské jehly z dvanáctníku, ze srdeční krajiny a z mozku, dále úlomku injekční jehly z páteře a projektilu z malé pánve. Je na místě zdůraznit, že mnohé operace byly definitivně úspěšné až při použití ferrosondového hledáčku. Lze nepochybně říci, že uvedený přístroj si zasluhuje nejširšího používání v chirurgické praxi.

Pramen: Medicinskaja technika č. 4, Moskva, Medicina 1972, str. 55–57.

Zpracovala: ing. Olga Komárková, MNO 61