



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

244720

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 29 11 84
(21) PV 9199-84

(40) Zveřejněno 17 09 85

(45) Vydáno 14 08 87

(51) Int. Cl.⁴

G 01 K 11/06

(75)

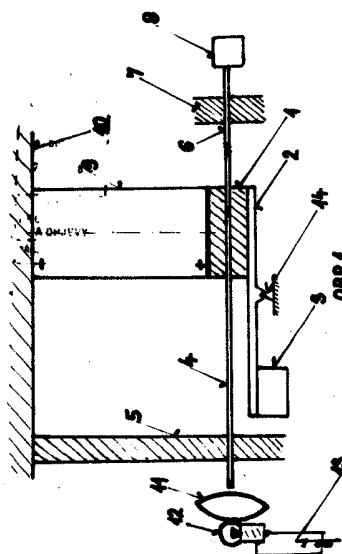
Autor vynálezu

RYŠÁNEK VLADIMÍR prof. ing. DrSc., PRAHA

(54) Zařízení pro přesnou indikaci velmi nízkých teplot

Účelem zařízení je indikovat velmi nízké teploty v rozmezí zhruba 0,05 až 20 °K bez nutnosti spojení chlazeného objektu a měřiče elektricky vodivým spojem.

Tohoto cíle se dosáhne indikačním zařízením. Indikační zařízení je tvořeno magnetem, pod nímž je umístěna výkyvná podložka. Na jejím jednom rameni, a to pod magnetem, je umístěn indikační prvek (1) ze supravodivého materiálu. Indikačním prvkem prochází nebo je na něm pevně uloženo jedno světlovodné vlákno (4), jehož jeden konec je upevněn v jednom držáku (5). Proti tomuto konci je opticky souose umístěn světelný zdroj se soustředujícím optickým členem. Druhý konec světlovodného vlákna (4) je vyveden mimo indikační prvek (1) a proti němu je opticky souose umístěno druhé světlovodné vlákno (6), upevněné ve druhém držáku (7). Proti vnějšímu konci světlovodného vlákna (6) je opticky souose umístěn optický indikátor.



Vynález se týká zařízení pro přesnou indikaci nízkých teplot.

Pro měření velmi nízkých teplot v rozmezí 0,05 až 20,5 K je používáno řady metod, odvozených od změn fyzikálních vlastností ochlazených látek. Běžně se užívá k určení nízkých teplot měřičů založených na změně tlaku v uzavřeném objemu při jeho zchlazení nebo měření změn odporu supravodivých nebo heterogenních odporových materiálů. Rovněž měřiče nebo indikátory teplot, využívající změn proudu procházejícího homogenním nebo PN přechodem opatřeným polovodičem mají řadu technických aplikací a využití. Je známo i využití Meissnerova jevu, tj. dokonalé diamagnetičnosti supravodičů, kde se vyhodnocení dosaženého stavu zjišťuje elektricky.

Popsané způsoby mají řadu nevýhod, zejména v trvalé kalibraci metod užívajících změny odporu nebo proudu s teplotou, vyjma metody užívající k určení supravodivosti. Tato metoda má však nevýhody v tom, že materiál přecházející do supravodivého stavu indikuje pouze přechodovou teplotu a před dosažením této teploty průchodem měřicího proudu se ohřívá a tím je měřicí systém ohříván nad teplotu měřeného objektu. Po dosažení supravodivého stavu se měrný element postupně dostává na shodnou teplotu s měřeným objektem, ale rozdíl v teplotě supravodivého stavu měrného elementu a měřeného objektu nelze přesně stanovit. Tyto metody včetně metody využívající Meissnerova-Ochsenfeldova jevu pak mají společnou nevýhodu v tom, že musí být spojeny elektrickým vodivým spojem z chlazeného objektu k měřiči a tento spoj představuje nežádoucí tepelné vodivé spojení, zhoršující izolaci a tím i účinnost chlazení. Nevýhodou je i složité vyhodnocovací zařízení.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zařízení pro přesnou indikaci velmi nízkých teplot podle vynálezu, kde chlazený objekt je tepelně vodivé spojen se supravodivým indikačním prvkem, jehož permeabilita při dosažení sledované kritické teploty dosáhne nulové hodnoty. Tato změna permeability se projeví pomocí magnetu mechanicky a vyhodnotí opticky.

Podstatou indikačního zařízení velmi nízkých teplot podle vynálezu je, že je tvořeno magnetem, pod nímž je umístěna výkyvná podložka, na jejímž jednom konci je pod magnetem umístěn indikační prvek ze supravodivého materiálu. Tímto prvkem prochází nebo je na něm pevně uloženo jedno světlovodné vlákno. Jeden konec vlákna, proti kterému je opticky souose umístěn světelný zdroj se soustřeďujícím optickým členem, je upevněn v jednom držáku. Druhý konec, proti němuž je opticky souose umístěno druhé světlovodné vlákno, upevněné na druhém držáku, je vedeno mimo indikační prvek. Proti vnějšímu konci druhého světlovodného vlákna je opticky souose umístěn optický nebo elektrický indikátor.

Magnet indikátoru může být upevněn na pevné chlazené podložce. Lze jej též umístit na jeden konec vahadla, které je otočné kolem čepu podpěry a na druhém konci má ručku pro indikaci síly, vyvozené na výkyvnou podložku na stupnici. Na tento druhý konec dosedá ze strany, kde je umístěn magnet a podpěra, nastavovací šroub, otočný v pevné matici.

Výkyvná podložka indikačního zařízení může být tvořena například pákou, která je podepřena podporou, a to kdekoli mimo střed této páky tak, aby se před dosažením indikované teploty dotýkal supravodivý materiál, upevněný na jednom rameni páky, magnetu, tepelně spojeného s měřeným objektem. Na druhém konci páky je umístěno vyvažovací závaží, jehož hmotnost je o 10 až 20 % vyšší než hmotnost indikačního prvku.

Výkyvná podložka může být též vytvořena pružnou planžetou, která je jedním koncem upevněna v držáku. Druhým, volným koncem, na němž je indikační prvek ze supravodivého materiálu, zapadá do zarážky vymezující mezní polohy tohoto konce.

Výhodou zařízení podle vynálezu je, že přesnost měření není ovlivněna rozdílem teplot tepelného indikátoru a měřeného objektu a údaj o teplotě je jednoznačný. Výhodou zařízení pro indikaci velmi nízkých teplot podle vynálezu je, že není s chlazeným objektem vodivé spojeno a proto nedochází k přívodu tepla na měřený objekt ani na jeho okolí a tím se nezhoršuje účinnost chlazení.

Indikace velmi nízkých teplot podle vynálezu využívá skutečnosti, že supravodivé materiály při dosažení určité teploty se stávají diamagnetickými a jejich permeabilita je nulová. Mechanická síla, vznikající při dosažení této kritické teploty se užívá k změně uspořádání zařízení, čímž se indikuje dosažená teplota.

K indikaci slouží zařízení podle vynálezu, jehož příklady jsou schematicky uvedeny na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je v náryse schéma zařízení s pevně uchyceným magnetem, kde výkyvná podložka je tvořena pákou, na obr. 2 je stav tohoto zařízení při dosažení indikované teploty. Na obr. 3 je příklad uspořádání této varianty indikačního zařízení při potřebě indikovat postupně několik nízkých teplot. Bokorys v částečném řezu je na obr. 4. Na obr. 5 je jiná varianta zařízení, kde magnet je upevněn na vhadle a výkyvná podložka je tvořena pružnou planžetou.

V příkladu na obr. 1 sestává zařízení magnetu 9, který je spojen s pevnou chlazenou podložkou 10 a z výkyvné podložky 2, tvořené pákou, výkyvnou na podpoře 14. Na jednom rameni páky, pod magnetem 9 je upevněn indikační prvek 1 ze supravodivého materiálu. Na druhém rameni páky je umístěno vyvažovací závaží 3, jehož hmotnost je o 10 až 20 % vyšší než hmotnost indikačního prvku 1. Indikačním prvkem 1 prochází nebo je s ním pevně spojeno první světlovodné vlákno 4, které je na jedné straně upnuto v prvním držáku 5 a na druhé straně je vyvedeno mimo indikační prvek 1. Tento vyvedený konec je opticky souosý s druhým světlovodným vláknem 6, upevněným ve druhém držáku 7. Proti vnějšímu konci druhého světlovodného vlákna 6 je umístěn optický indikátor 8. Světlo se do prvního světlovodného vlákna 4 přivádí přes optický soustřeďující člen 11 ze světelného zdroje 12, připojeného k napájecímu zdroji 13.

Činnost tohoto zařízení lze demonstrovat pomocí obr. 2, kde je výše popsané indikační zařízení při dosažení supravodivého stavu indikačního prvku 1, který je v tepelném kontaktu s měřeným objektem, např. s pevnou podložkou 10 pomocí tepelně vodivého magnetu 9 tak, aby sledoval změny teploty objektu.

Při dosažení kritické hodnoty teploty dochází u indikačního prvku 1 k supravodivosti, změní se jeho magnetické vlastnosti a magnetická permeabilita dosáhne nulové hodnoty. Tím se pak poruší rovnováha na páce tak, že magnetické pole magnetu 9 se nemůže uzavřít přes indikační prvek 1, který je nyní dokonale diamagnetický. Proto magnetické siločáry magnetu 9 odtlačí supravodivý indikační prvek 1 do vzdálenosti 15. První světlovodné vlákno 4 vybočí z původní opticky zcentrované polohy s druhým světlovodným vláknem 6 a tím přeruší optickou vazbu mezi zdrojem světla 12 a optickým nebo elektrickým indikátorem 8. Změna indikace světla v indikátoru 8 je pak informací o dosažení kritické teploty indikačního prvku 1.

Při potřebě indikovat postupně několik nízkých teplot lze užít uspořádání podle obr. 3, resp. obr. 3, kde je uspořádáno několik, v tomto případě pět, indikačních zařízení podle obr. 1, opatřených indikačními prvky 1 s různou přechodovou teplotou do supravodivého stavu. Při poklesu teploty se pak na indikátorech 8, jejichž počet odpovídá počtu indikačních prvků, objeví indikace příslušné teploty, při které bylo dosaženo supravodivého stavu u odpovídajících supravodivých indikačních prvků 1.

Vyhodnocení teploty supravodivého stavu je zajištěno shodně jako u příkladu na obr. 1 resp. 2. Zdroj světla 12 je opticky vázán soustřeďujícím členem 11 přes světlovodná vlákna 4, která jsou opticky zcentrována se světlovodnými vlákny 6. Optická vazba světlovodných vláken 4 je pevně spojena s indikačními prvky 1 tak, že v klidovém, tj. nesupravodivém stavu, jsou vhadla 2, podepřená v podporách 14, vyvážená závažími 3 a opírají se o magnety 9. Jako výkyvnou podložku 2 lze použít např. též pružnou planžetu, jak je uvedeno na obr. 5. Indikační prvek 1 je spojen pevně s pružnou planžetou v jedné poloze udržovanou zarážkou 50 tak, aby bylo možno přiblížit magnet 9 proti odporu indikačního prvku 1 ve stavu supravodivosti. Tato pružná planžeta je druhým koncem, na němž není umístěn indikační prvek 1, upevněna v držáku 51, který je v tepelném kontaktu s měřeným objektem. Světlovodné vlákno 4 opět prochází indikačním prvkem 1 a proti němu je opticky souosé umístěno druhé světlovodné vlákno 6. Magnet 9

je v tomto případě umístěn na jednom ramenu vahadla 52, které je otočné kolem čepu 53 podpěry 54. Na druhé straně vahadla 52 se nastavuje plynule mezera mezi magnetem 9 a indikačním prvkem 1 pomocí šroubu 55 otočném v pevné matici 56. Na vahadle 52 na konci odlehlejší od konce s magnetem 9, je připevněna ručka 57, ukazující na stupnici 58 velikost síly mezi magnetem 9 a indikačním prvkem 1 nebo odvozenou velikost magnetického pole v mezeře.

Světlovodné vlákno 4 se pohybuje shodně s indikačním prvkem 1, schopným přechodu do supravodivého stavu. Před dosažením tohoto stavu je v optické vazbě s druhým světlovodným vláknem 6, vedoucím k indikátoru, který zde není nakreslen. Toto uspořádání indikačního zařízení umožňuje změnu magnetické indukce mezi indikačním prvkem 1 a magnetem 9. Protože supravodivý stav indikačního prvku 1 je mimo kritické teploty závislý i na velikosti působícího magnetického pole, lze pak stanovit při přechodu do supravodivého stavu u určitého materiálu indikačního prvku 1 i teplotně kalibrovaný interval teplot podle velikosti působícího magnetického pole.

Obdobně lze použít uspořádání, kde ke změně magnetické indukce dochází změnou proudu v cívice, v jejímž středu je magnetické jádro, pod nímž se nachází supravodivý indikační prvek se světlovodným vláknem. Jde tedy o použití elektromagnetu.

Volbou indikačních prvků s různou supravodivostí lze indikovat různé přechodové teploty. Příklady těchto prvků a odpovídající indikované teploty jsou uvedeny v následující tabulce.

Indikační prvek	indikovaná teplota ($^{\circ}\text{K}$)
hliník	1,2
cín	3,37
rtuť	4,15
vanad	5,1
olovo	7,22
niob	8,0
slitina niob-titan v poměru 1:1	9,5
slitina niob-zirkonium v poměru 1:1	10,8
slitina niob-cín v poměru 1:1	18,1
slitina niob-germanium v poměru 3:1	20,0
slitina niob-hliník-germanium v poměru 1:1:1	20,98

Kromě uvedených řešení vyhodnocení přechodu indikačního prvku do supravodivého stavu lze řešit opticky indikaci přechodové teploty systémem zrcadel, spojených se supravodičem a světelným svazkem, který je po pohybu supravodiče indikací dosažené teploty.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Indikační zařízení velmi nízkých teplot vyznačené tím, že je tvořeno magnetem (9), pod nímž je umístěna výkyvná podložka (2), na jejímž jednom rameni je pod magnetem (9) umístěn indikační prvek (1) ze supravodivého materiálu, kterým prochází nebo je na něm pevně uloženo první světlovodné vlákno (4), jehož jeden konec, proti kterému je opticky souose umístěn světelný zdroj (12) se soustřeďujícím optickým členem (11), je upevněn v jednom držáku (5) a druhý konec, proti němuž je opticky souose umístěno druhé světlovodné vlákno (6), upevněná v druhém držáku (7), je vyveden mimo indikační prvek (1), přičemž proti vnějšímu konci druhého světlovodného vlákna (6) je opticky souose umístěn optický indikátor (8).

2. Indikační zařízení podle bodu 1 vyznačené tím, že magnet (9) je upevněn na pevné chlazené podložce (10).

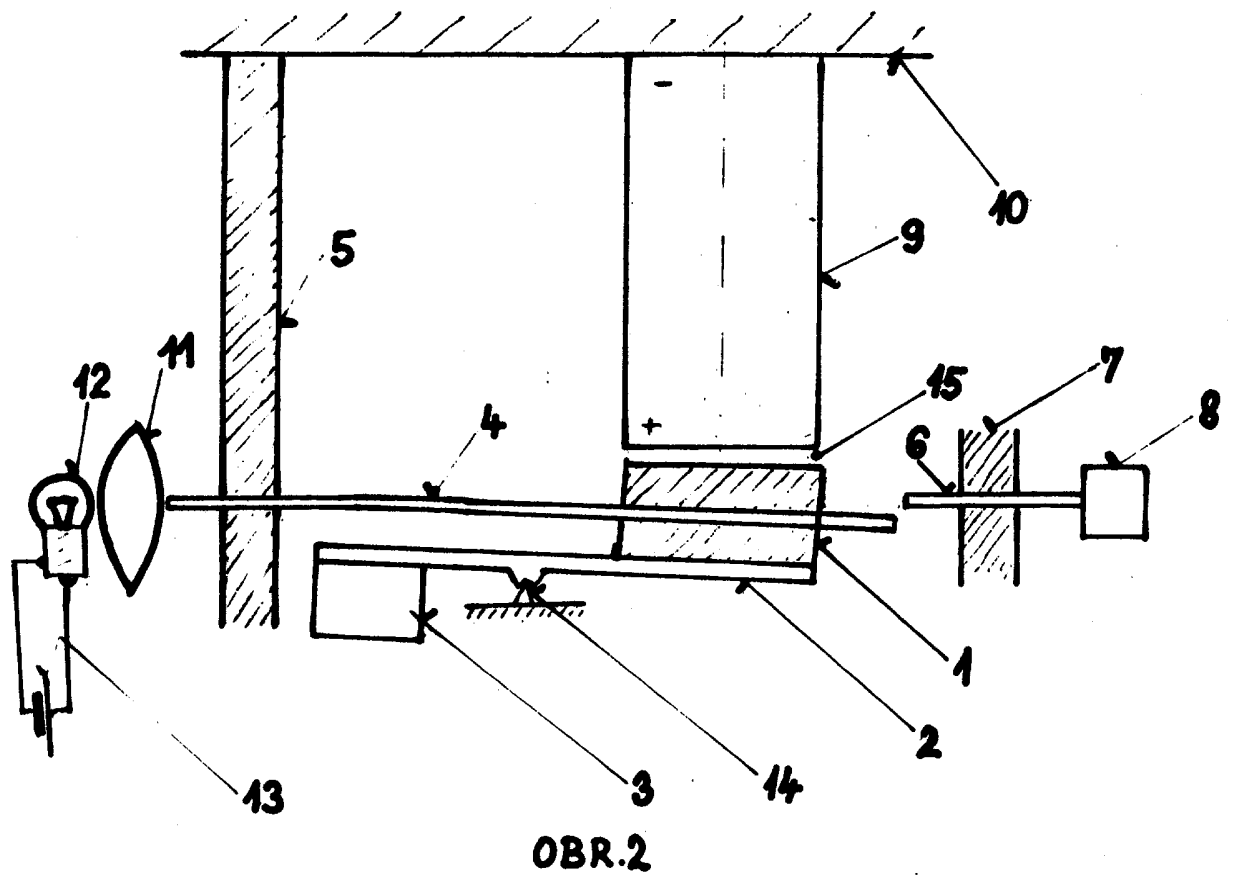
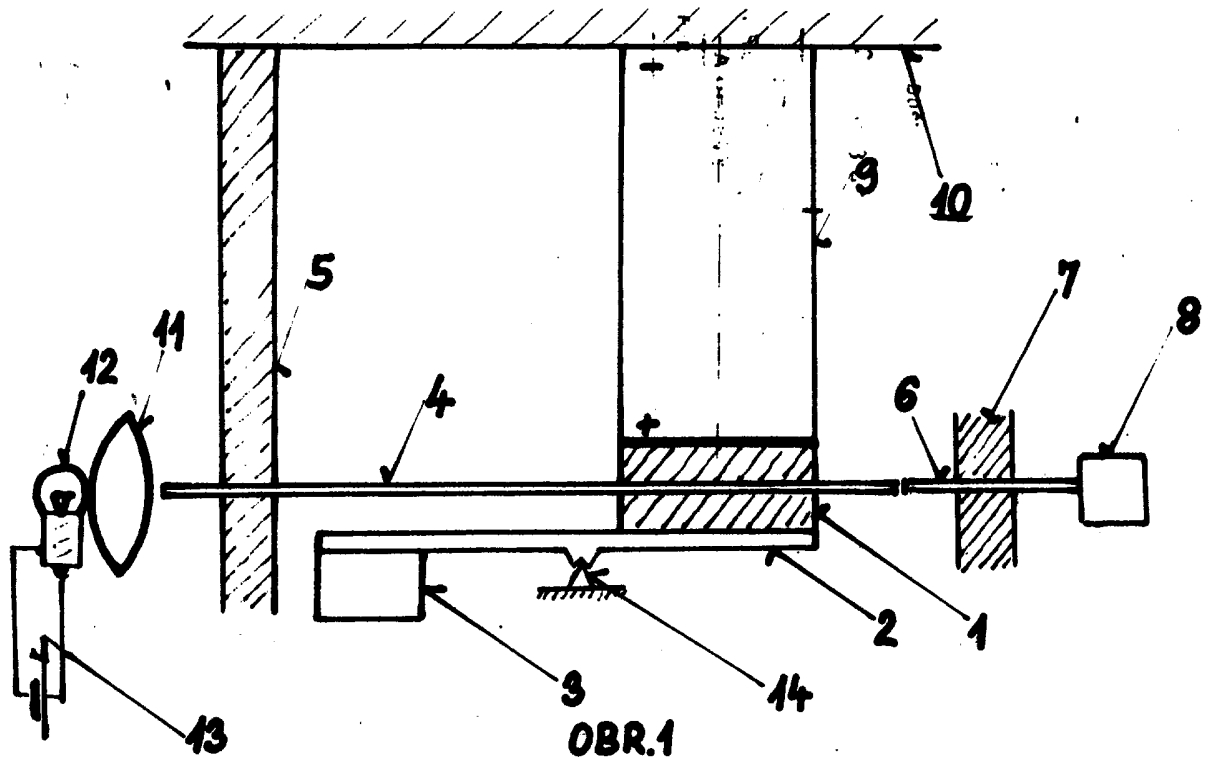
3. Indikační zařízení podle bodu 1 vyznačené tím, že magnet (9) je umístěn na jednom konci vahadla (52), otočném kolem čepu (53) podpěry (54) a na druhém konci vahadla (52), opatřeném ručkou (57) se stupnicí (58) pro odečet velikosti síly vyvozené na výkyvnou podložku (2), dosedá nastavovací šroub (55) otočný v pevné matici (56), přičemž magnet (9), podpěra (54) a nastavovací šroub (55) jsou umístěny ze stejné strany vahadla (52).

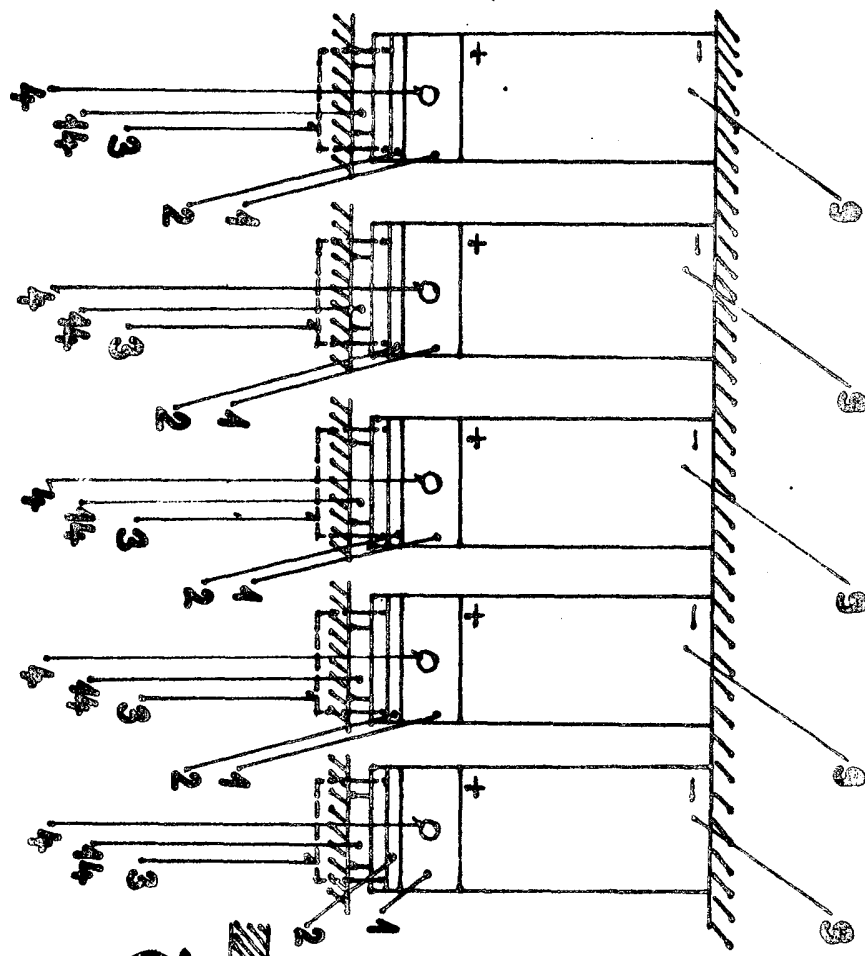
4. Indikační zařízení podle bodů 1 až 3 vyznačené tím, že výkyvná podložka (2) je tvořena pákou podepřenou mimo středu podporou (14), kde na jednom jejím konci je umístěn indikační prvek (1) ze supravodivého materiálu a na druhém konci je umístěno vyvažovací závaží (3), jehož hmotnost je o 10 až 20 % vyšší než hmotnost indikačního prvku (1).

5. Indikační zařízení podle bodů 1 a 3 vyznačené tím, že výkyvná podložka (2) je tvořena pružnou planžetou, upevněnou jedním koncem v držáku (51) a zapadající volným koncem, na němž je uložen pod magnetem (9) indikační prvek (1), do zarážky (50) pro vymezení mezní polohy volného konce pružné planžety (51).

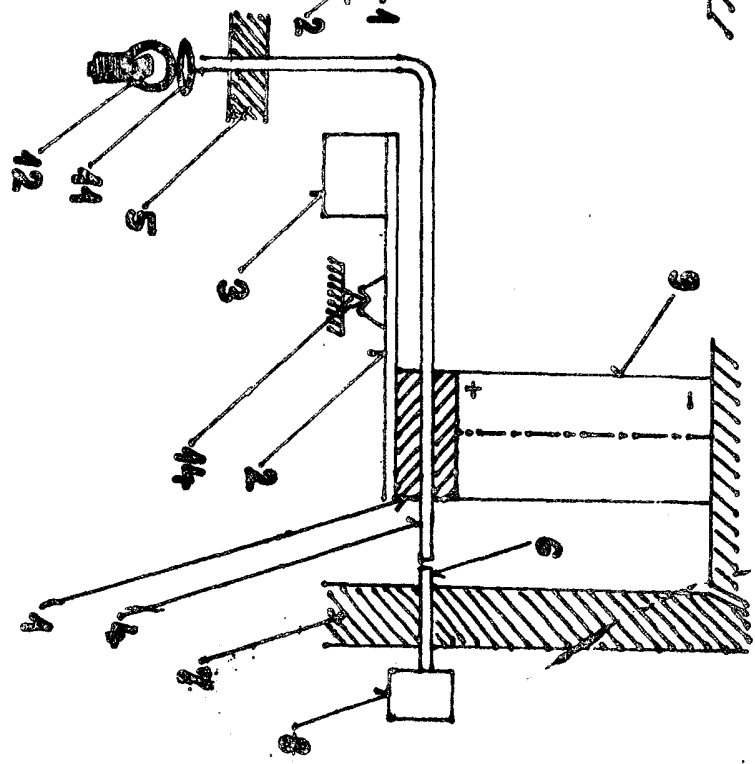
3 výkresy

244720



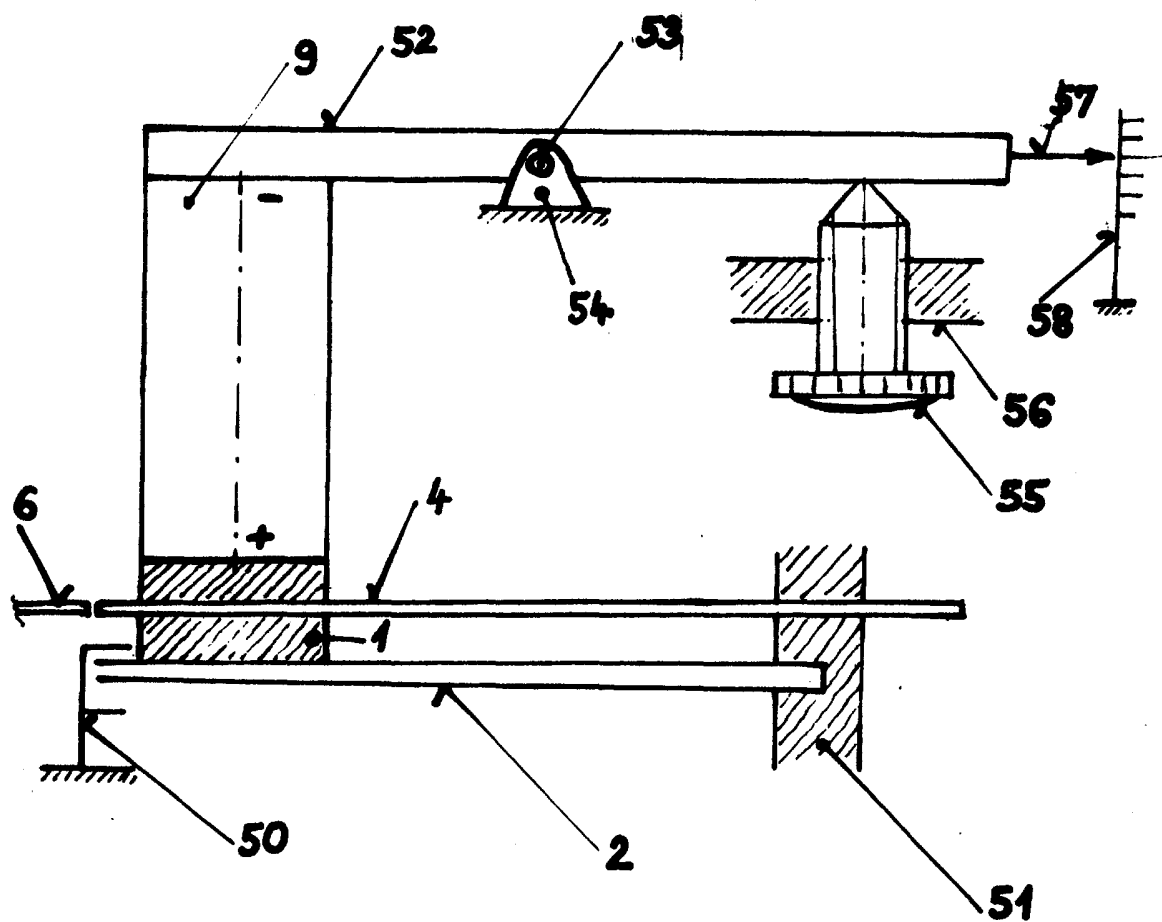


08R.3



08R.4

244720



OBR.5