ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

232695
(11) (B1)

(51) Int. Cl.[3]
G 01 R 1/18

(22) Přihlášeno 24 09 83
(21) (PV 6978-83)

(40) Zveřejněno **18 06 84**

(45) Vydáno 15 12 86

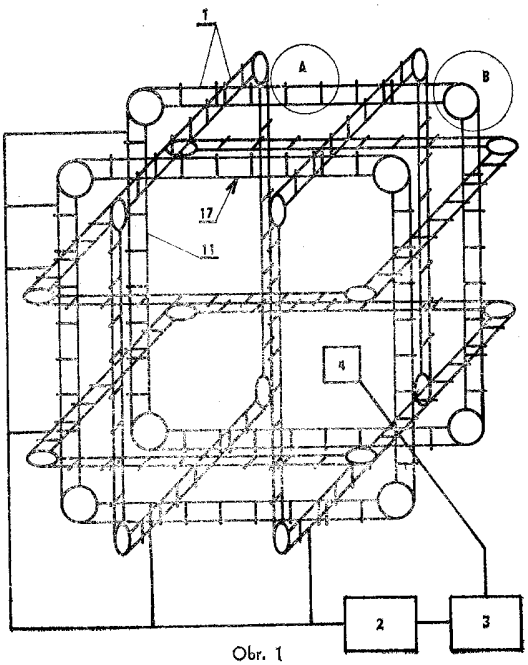
(75)
Autor vynálezu PEŠINA BOHUMIL, HALOUSEK JAN ing. CSc., PRAHA

(54) Zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole

1

Zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole, sestávající z paralelních dvojic indukčních cívek, zapojených na regulovaný zdroj stejnosměrného proudu ovládaný stabilizátorem kompenzovaného magnetického pole. Účelem vynálezu je geometricky přesná konstrukce polygonálního skeletu indukčních cívek, která přitom umožňuje použít na výrobu skeletu teplotně, vlhkostně i magneticky inertních materiálů, byť obtížně obrobitelných. Účelu se dosahuje tím, že každá indukční cívka je uložena v příčných objímkách nastavitelně upevněných na patkách podélných nosníků a v drážkách vrcholových napínacích kladek, které jsou uspořádány na posuvných závěsech připevněných stavěcími šrouby k rohovým spojníkům, spojujícím podélné nosníky v samonosný polygonální skelet. Vynález je využitelný v oboru petrofyziky v elektrotechnickém průmyslu při cejchování magnetometrů.

2



Obr. 1

Vynález se týká zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole, které sestává z paralelních dvojic idukčních cívek generujících magnetické pole, zapojených na regulovaný zdroj stejnosměrného proudu, který je ovládán stabilizátorem kompenzovaného magnetického pole.

Požadavek kompenzace zemského magnetického pole se vyskytuje v elektronové mikroskopii, elektronové spektrometrii, při testování magnetometrů apod. Specifické požadavky na kompenzaci zemského magnetického pole se vyskytují v oboru petrofyziky při paleomagnetickém zkoumání horninových vzorků pro zhodnocení jejich magnetické stability. Specifičnost požadavků spočívá v tom, že kompenzací se musí dosáhnout poměrně vysoké stability kompenzovaného magnetického pole, v němž magnetická indukce nepřekročí hodnotu 1 nT a v relativně velkém prostoru, jehož objem činí nejméně 10^{-3} m^3. Velikost prostoru, ve kterém je v podstatě magnetické vakuum, je určována metodikou zjišťování magnetické stabilizace horninového vzorku. Metodika je založena na experimentálním proměřování vektoru primární a indukované magnetizace statistického souboru vzorků, který se přitom demagnetizuje v oblasti magnetického vakua zvyšováním teploty vzorků až na 700 °C. Dosáhnout požadované stability magnetického vakua v takovém prostoru, který by umožnil ohřev celého souboru vzorků, je obtížné. Neosvědčil se způsob magnetostatického stínění pomocí vysoce permeabilních materiálů, např. permalloyové slitiny.

Výroba velkorozměrových prvků z tohoto materiálu je nákladná a přitom se u nich projevují ve zvýšené míře nepříznivé magnetostrikční jevy. Mechanickým a tepelným namáháním těchto prvků vzniká v materiálu parazitní magnetizace narušující magnetické vakuum. Pro paleomagnetické vyšetřování horninových vzorků nelze využít ani elektromagnetického stínění pomocí dokonalého elektrického vodiče. I když se tímto způsobem dosahuje dosud nejstabilnějšího magnetického vakua, uplatnění způsobu vyžaduje náročné kryogenní zařízení pro udržování vodičů v supravodivém stavu. Provoz kryogenního zařízení je narušován provozem ohřívacího zařízení. Z uvedených důvodů se v oboru paleomagnetického vyšetřování horninových vzorků využívá soustavy Helmholtzových, Barkerových apod. indukčních cívek. Pro zajištění magnetického vakua v požadovaném objemu jsou nutné velkorozměrové indukční cívky, sestavené do polygonální soustavy se zastavěným objemem 10 až 20 m^3.

Poměr mezi objemem zastavěným indukčními cívkami a objemem kompenzovaného magnetického pole je závislý na výrobní přesnosti indukčních cívek a jejich skeletu, na stálosti geometrie skeletu a jeho odolnosti vůči stárnutí, změnám okolní teploty, vlhkosti apod. Uvažují-li se ideální dimenze a ideální stálost indukčních cívek, činí při hodnotě kompenzovaného zemského magnetického pole 40 000 až 50 000 nT pro objem magnetického vakua 10^{-3} m^3 jejich velikost 1,6 m. Připustí-li se v dimenzích indukčních cívek tolerance $\pm$ 0,5 mm, je nutno pro požadovaný objem a stabilitu magnetického vakua aplikovat indukční cívky o velikosti až 3 m.

Jsou známá zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole, jejichž indukční cívky jsou v souvislém dotyku se skelety, zhotovenými z plastických hmot, ze dřeva nebo slitin nemagnetických kovů.

Nevýhodou známých zařízení jsou změny hodnot magnetického pole generovaného cívkami při konstantním napájecím proudu a prostorová dislokace objemu magnetického vakua. Tyto změny a dislokace jsou způsobovány rozměrovou nestálostí cívkových skeletů, reagujících roztažností a smršťováním na změny okolní teploty nebo vlhkosti, popřípadě i na vnitřní změny konzistence materiálu. Vyloučení negativního působení okolí klimatizací laboratoře je nákladné a neřeší problém zcela uspokojivě. Nadto povaha užívaných materiálů a jim odpovídající způsoby obrábění neumožňují spolehlivě dodržet výrobní tolerance. Cívkový skelet nemá ani na počátku zvolené geometrické dimenze.

Vzhledem k požadované velikosti objemu magnetického vakua a k nepřesnosti a nestabilitě skeletu, je třeba volit indukční cívky neúměrně velké. Ani velké cívky však neodstraňují dislokace prostoru magnetického vakua, které působí značné provozní komplikace a ztěžují práci se zařízením.

Uvedené nevýhody odstraňuje zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že každá indukční cívka je uložena v příčných objímkách nastavitelně upevněných na patkách podélných nosníků a v drážkách vrcholových napínacích kladek, které jsou uspořádány na posuvných závěsech připevněných druhými stavěcími šrouby k rohovým spojníkům, spojujícím podélné nosníky v samonosný polygonální skelet.

Navíjení indukčních cívek se usnadní, když příčné objímky jsou dělené a sestávají z vidlicového dílu a uzávěrového dílu.

Výhody zařízení podle vynálezu vyplývají z bodového uložení indukčních cívek na podélných nosnících skeletu a z nastavitelnosti příčných objímek a vrcholových napínacích kladek. Nastavitelné konstrukční prvky umožňují použít pro výrobu podélných nosníků a celého polygonálního skeletu cívkové soustavy i těžko obrobitelného materiálu, avšak materiálu s nízkým teplotním součinitelem roztažnosti, např. trubek z varného skla. Bodové uložení indukčních cívek navíc činí cívky méně závislé na dimenzionálních změnách podélných nosníků.

Vlivem teplotní dilatace dochází pouze k podélnému posunu indukčních cívek v příčných objímkách, a proto změny celkové délky se projevují pouze jejich deformací v drážkách vrcholových napínacích kladek. Bylo experimentálně prokázáno, že deformace indukčních cívek ve vrcholech polygonálního skeletu mají zanedbatelný vliv na hodnotu a variace generovaného magnetického pole. Příčné objímky nastavitelně upevněné na patkách podélných nosníků a posuvné závěsy vrcholových kladek umožňují při výrobě zařízení podle vynálezu napnout, usměrnit a adjustovat vinutí indukčních cívek s využitím přesné měřicí techniky, např. laserových měřidel a dodržet tak požadované výrobní tolerance. Poměr velikosti idukčních cívek k velikosti užitného objemu se blíží ideálnímu, propočtenému stavu. Odolnost polygonálního skeletu indukčních cívek vůči změnám okolní teploty i vlhkosti a stabilita materiálu omezují deformace a dislokace prostoru magnetického vakua na minimum.

Příklad zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole podle vynálezu je znázorněn na přiložených výkresech, kde na obr. 1 je schematický nákres polygonálního skeletu s idukčními cívkami v šikmém pohledu a schéma blokového zapojení celého zařízení, na obr. 2 je detail A z obr. 1 podélného nosníku s patkami a příčnými objímkami indukčních cívek v šikmém pohledu a na obr. 3 je detail B z obr. 1 vrcholové napínací kladky s rohovým spojníkem podélných nosníků v podélném řezu.

Zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole podle vynálezu sestává ze tří paralelních dvojic indukčních cívek 1 čtvercového tvaru, uspořádaných do Helmholtzova systému tak, že dvojice indukčních cívek jsou na sebe kolmé, obr. 1. Všechny indukční cívky **1** jsou zapojeny na regulovaný zdroj **2** stejnosměrného proudu ovládaný stabilizátorem **3** kompenzovaného magnetického pole, spojeným s magnetometrem **4**, umístěným v kompenzovaném magnetickém poli mezi indukčními cívkami **1**. Každá indukční cívka **1** je uložena v příčných objímkách **5** a v drážkách **9** vrcholových napínacích kladek **10**. Příčné objímky **5** jsou nastavitelně upevněny, např. přilepeny, po přesném zaměření indukčních cívek **1**, k patkám **8** podélných nosníků **11**. Mohou být buď celistvé, nebo s výhodou rychlejší montáže a přesnější adjustace indukčních cívek rozdělené na vidlicový díl **6** a uzávěrový díl **7**, který je k vidlicovému dílu **6** přilepen až po navinutí a adjustaci indukčních cívek **1**. Vrcholové napínací kladky **10** jsou posuvně upevněny pomocí prvých stavěcích šroubů **12** na posuvných závěsech **14**, které jsou rovněž posuvně připevněny pomocí druhých stavěcích šroubů **13** k rohovým spojníkům **15**. Každý rohový spojník **15** je opatřen nejméně dvěma čepy **16**, uzpůsobenými pro zasunutí do podélných nosníků **11**. Rohovými spojníky **15** jsou podélné nosníky **11** spojeny v samostatný polygonální skelet **17**.

V konkrétním provedení je samonosný polygonální skelet **17** zhotoven ze skleněných trubek, vyrobených z varného skla. Rozměrové nepřesnosti skeletu **17**, které by mohly ovlivnit funkci indukčních cívek **1**, jsou anulovány příčnými objímkami **5** a vrcholovými napínacími kladkami **10**. Před navíjením indukčních cívek **1** se vrcholové napínací kladky **10** přesně zaměří a nastaví do polohy vrcholů polygonálního skeletu **17**.

K vyrovnání podélných nerovností se použije prvého stavěcího šroubu **12** a k vyrovnání výškových, popřípadě stranových nerovností se použije druhého stavěcího šroubu **13**. Pro přesné ustavení vrcholových napínacích kladek **10** lze využít buď laserových měřidel, nebo pomocné ocelové struny a konvenčních optických měřidel. Podle adjustované polohy vrcholových napínacích kladek **10** se upevňují na patky **8** podélných nosníků **11** vidlicové díly **6** příčných objímek **5**. Na takto upravený polygonální skelet **17** se navíjejí indukční cívky **1**, které se ukládají do vidlicových dílů **6** příčných objímek **5** a do drážek **9** vrcholových napínacích kladek **10**.

Do drážek **9** je výhodné vložit ohebnou podložku, na obr. nezakreslenou, která se po navinutí indukčních cívek **1** odstraní. Ve vrcholech polygonálního skeletu **17** tím vzniknou dilatační prostory, do kterých se deformují působením okolní teploty indukční cívky **1**. Po navinutí indukčních cívek **1** se k vidlicovým dílům **6** příčných objímek **5** připevní uzávěrové díly **7**. Indukční cívky **1** se zapojí na regulovaný zdroj **2** stejnosměrného proudu a mezi ně se instaluje magnetometr **4** spojený se stabilizátorem kompenzovaného magnetického pole, ovládajícím regulovaný zdroj **2**.

Po zapojení zařízení podle vynálezu do činnosti jsou indukční cívky **1** napájeny právě takovým proudem, který je nutný pro generování kompenzačního magnetického pole, kompenzujícího zemské magnetické pole. Změny zemského magnetického pole, popřípadě i změny generovaného magnetického pole registruje magnetometr **4** a vyrovnává stabilizátor **3**. Změny magnetického pole generovaného indukčními cívkami **1** jsou minimální, neboť změny okolní vlhkosti a teploty mají na polygonální skelet **17** zanedbatelný vliv. Pokud působí na indukční cívky **1**, projevuje se jejich účinek pouze deformacemi v prostoru vrcholových napínacích kladek **10** a tyto deformace nemají podstatný vliv ani na změny homogenity kompenzovaného magnetického pole, ani na prostorové posuny objemu magnetického vakua mezi indukčními cívkami **1**.

Zařízení podle vynálezu je možno použít

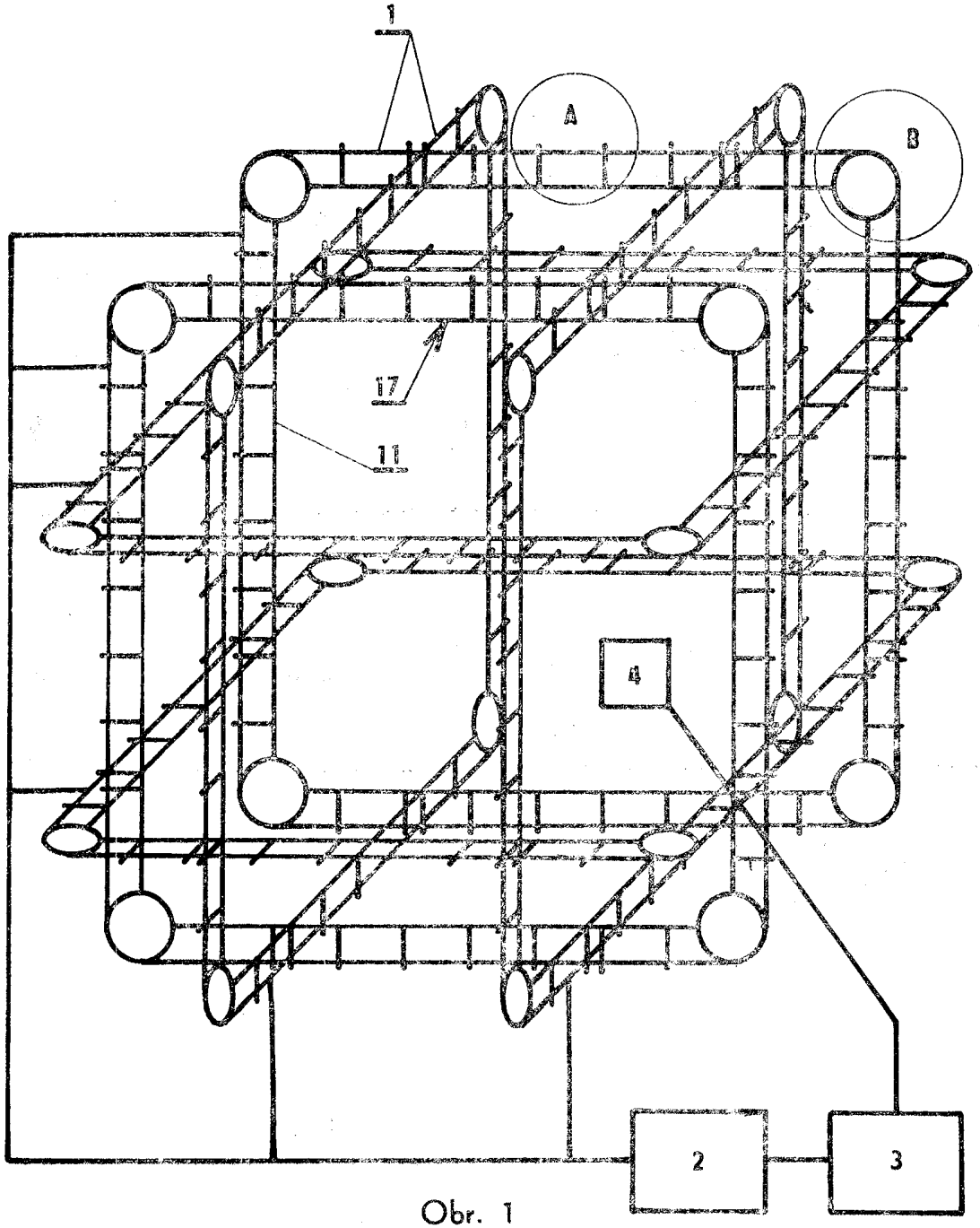
nejen v oboru petrofyziky při paleomagnetickém zkoumání horninových vzorků, tj. především pro demagnetaci vzorků, ale i v elektrotechnice, např. pro cejchování magnetometrů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

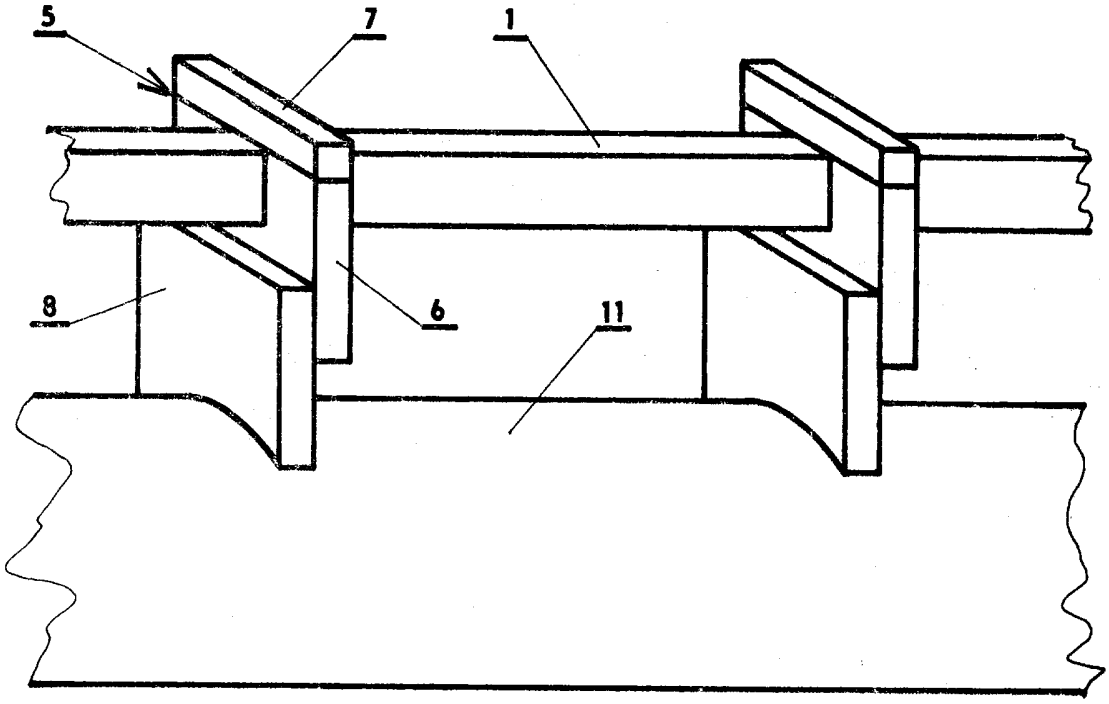
1. Zařízení pro kompenzaci zemského magnetického pole, sestávající z paralelních dvojic indukčních cívek generujících kompenzační magnetické pole, zapojených na regulovaný zdroj stejnosměrného proudu ovládaný stabilizátorem kompenzovaného magnetického pole, vyznačené tím, že každá indukční cívka (1) je uložena v příčných objímkách (5) nastavitelně upevněných na patkách (8) podélných nosníků (11) a v drážkách (9) vrcholových napínacích kladek (10), které jsou uspořádány na posuvných závěsech (14) připevněných druhými stavěcími šrouby (13) k rohovým spojníkům (15), spojujícím podélné nosníky (11) v samonosný polygonální skelet (17).

2. Zařízení podle bodu 1, vyznačené tím, že příčné objímky (5) jsou dělené a sestávají z vidlicového dílu (6) a uzávěrového dílu (7).

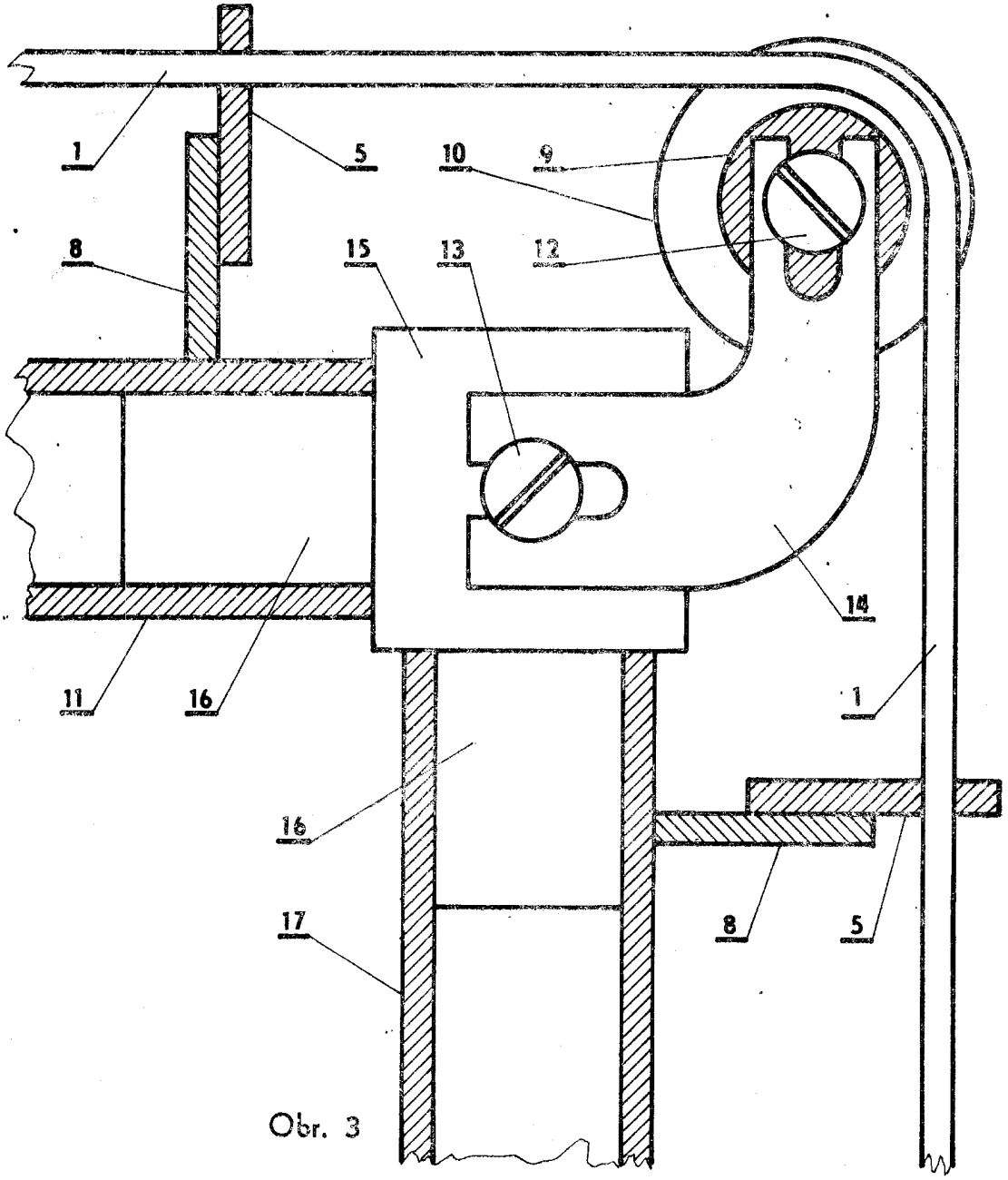
3 listy výkresů



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3