



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

225 966

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 22 01 82
(21) PV 441-82

(51) Int. Cl.³ G 01 K 17/10

(40) Zveřejněno 29 07 83
(45) Vydáno 01 07 85

(75) Autor vynálezu JAREŠ FRANTIŠEK ing., ANDRAS JIŘÍ ing.CSc., NOSEK JAROSLAV, PRAHA

(54) Měřicí zařízení, zejména pro měření přeneseného výkonu při indukčním ohřevu

Vynález se týká měřicího zařízení určeného zejména pro měření přeneseného výkonu při indukčním ohřevu, pro kontrolní měření užitečného výkonu středofrekvenčních a vysokofrekvenčních generátorů, pro zatížení vysokofrekvenčních generátorů při jejich seřizování na maximální výkon nebo kontrolu a nastavení optimálních zatěžovacích podmínek, případně pro kontrolu hospodárnosti přenosu vysokofrekvenční energie.

V současné době jsou známa různá konstrukční provedení měřicích zařízení, kterými se měří přenesený výkon při indukčním ohřevu, takzvaných kalorimetrických zátěží. Jejich společným rysem je, že induktor v podobě jednoválcové nebo víceválcové cívky obepíná v určité vzdálenosti, vyplněné vzduchem, kovovou, obvykle ferromagnetickou trubku. V části vnějšího povrchu trubky, přilehlého k induktoru se indukují jen v poměrně tenké vrstvě takzvané hloubce vniku vysokofrekvenční proudy. Tato povrchová vrstva trubky reprezentuje zatěžovací odpor generátoru. V tomto odporu vzniká teplo, které se dále šíří vedením napříč hmotou stěny trubky k vnitřnímu povrchu trubky, který je ochlazován protékající vodou. Z oteplení a množství protékající vody se vypočte přenesený výkon. Teploty se měří zpravidla pomocí teploměrů zařazených na vstup a výstup protékající vody. Průtočné množství se měří pomocí přístroje pro měření průtočného množství nebo odměřením času, za který se naplní vodou nádoba o známém objemu. Tloušťka stěny ohříváné trubky musí být z důvodu mechanické pevnosti alespoň 1 mm, aby byla zaručena pevnost při eventualitách přehřátí, při tlaku chladicí vody, který je běžně až 0,6 MP. Měřicí zařízení v tomto provedení je využíváno zpravidla jako umělá zátěž pro měření výstupního výkonu vysoko-

frekvenčních generátorů pro indukční ohřevy například při zkoušení nebo výstupní kontrole zhotovených generátorů. Jejich nevýhodou je však, že neumožňují měřit větší výkony než cca 50 kW a to zejména při soustředěném výkonu do relativně úzké zóny. Další nevýhodou jsou ztráty vyzářením tepla z ohřívané trubky do okolí, které nelze změřit. Jelikož hloubka vzniku vysokofrekvenčních proudů, která při obvykle užívaných kmitočtech vysokofrekvenčních generátorů pro indukční ohřev 300 - 500 kHz je max. 0,06 - 0,1 mm, nastává při ohřevu koncentrovaném do úzké zóny, kdy přenesený výkon dosahuje hodnot větších jak 10 kW/cm^2 takový stav, že protékající voda nestačí odvést teplo z vnitřního povrchu trubky. V takovém případě se trubka místně přehřívá, chladicí voda má lokálně teploty, kdy dochází k její přeměně v páru. Tím je povrch nedostatečně chlazen, přehřáté místo se dále lavinovitě přehřívá, až nakonec dojde k protavení trubky, a tím poruše kalorimetrické zátěže. Přírozenou nevýhodou měřicích zařízení tradiční koncepce určených pro demonstrování výstupního výkonu generátoru je, že nemůže z důvodů protichůdných konstrukčních a elektrických požadavků imitovat impedanci skutečné zátěže a neumožňuje tak napodobit praktické dynamické zatěžovací podmínky jaké například nastávají při výrobě trubek podélným vysokofrekvenčním svařováním.

Uvedené nevýhody odstraňuje převážnou měrou měřicí zařízení, zejména pro měření přeneseného výkonu při indukčním ohřevu, upravené v jedno-nebo vícezávitovém induktoru a sestávající z kovové trubky, protékané chladicí kapalinou a opatřené vstupním a výstupním měřičem chladicí kapaliny, jakož i měřičem průtoku chladicí kapaliny, kde podstata vynálezu spočívá v tom, že kovová trubka je v induktoru umístěna souose v izolační trubce, takže mezi vnitřní stěnou izolační trubky a vnější stěnou kovové trubky je souměrná mezera, přičemž na jednom svém konci je izolační trubka opatřena vstupní částí pro přívod chladicí kapaliny, v níž je upraven měřič průtoku chladicí kapaliny spolu se vstupním měřičem teploty chladicí kapaliny a na druhém konci je izolační trubka opatřena výstupní částí pro odvod chladicí kapaliny, v níž je upraven výstupní měřič teploty chladicí kapaliny, přičemž mezi vstupní částí a izolační trubkou a mezi izolační trubkou a výstupní částí je příčně k ose izolační trubky upraven vždy jeden rozdělovač chladicí kapaliny. Další podstatou vynálezu je, že v kovové trubce je vytvořena podélná štěrbin, podél níž je vloženo feritové jádro.

Hlavní výhodou měřicího zařízení podle vynálezu je, že jako zátěž v dutině induktoru je použita buď přímo součást, která se ohřívá vysokofrekvenčními proudy nebo pokud není dutá je její vnější povrch nahrazen úsekem trubky se shodnými vnějšími rozměry, která je chlazená protékající kapalinou obvykle vodou, nejen na vnitřním, ale zejména na vnějším povrchu. Chlazení na vnějším povrchu trubky je umožněno tím, že trubka od induktoru oddělena izolační, nejlépe skleněnou trubkou a to tak, že vnější průměr kovové trubky, souose uložené v izolační trubce je menší než vnitřní průměr skleněné trubky, takže vznikne prostor mezi dvěma sousými válci, jehož průřez je mezikružím. Tímto prostorem proudí chladicí kapalina, nejčastěji voda. Výhodou tohoto uspořádání je, že jsou sníženy ztráty vyzářením tepla do okolí v důsledku malých ploch a nízkého tepelného spádu na zanedbatelnou hodnotu, což dovoluje získat vyšší přesnost měření. Na vstupu do ohřívané trubky se voda rozděluje rozdělovačem tak, že obtéká její vnější i vnitřní povrch. Rozdělovačem je množství vody rozděleno tak, aby větší část obtékala vnější povrch trubky za současného vyvolání turbulentního proudění, čímž se dosáhne velice účinného odvodu tepla. Přenášený výkon se snadno vypočte z rozdílu vstupní a výstupní teploty a množství protékající vody. Další výhodou uspořádání podle vynálezu je, že v úseku ohřevu kovové trubky může být vloženo feritové jádro jako je

obvyklé při technologii podélného vysokofrekvenčního svařování trub a že kovová trubka může mít obdobnou štěrbinu jaká vzniká při této technologii právě před svařením. Protékající chladicí kapalina odvádí v tomto případě teplo nejen z vnějšího a vnitřního povrchu ohříváné trubky, ale také ze štěrbin ve které dochází k soustředění naindukovaných proudů a největšímu vývinu tepla tak, jako při skutečném kontinuálním svařovacím procesu. Tím je možno staticky imitovat stav zatížení generátoru, který vzniká při podélném vysokofrekvenčním svařování trub při různých průměrech a tloušťkách stěn trubek. Podstatnou výhodou měřicího zařízení podle vynálezu tedy je, že umožňuje měřit staticky přenesený výkon do úseku vzorku trubky se shodnými rozměry a tvary trubky, která má být svařována aniž by tvarovací linka byla v provozu. Tak lze nastavit a ověřit pro trubku s určitým průměrem a tloušťkou stěny optimální provozní parametry vysokofrekvenčního generátoru a posoudit vhodnost použitého induktoru a feritového jádra ještě před zahájením provozu svařovací linky a to zejména při změně výrobního programu nebo opravě generátoru. Tímto postupem se značně omezí výroba vadných trubek při startu svařovací linky. Další výhodou je, že takto ověřené hodnoty mohou být účelně využity při řízení výroby a nastavování nejehospodárnějšího režimu svařovací linky.

Příklad provedení měřicího zařízení podle vynálezu je znázorněn schematicky na připojeném výkresu, kde obr. 1 je svislý řez měřicím zařízením s vloženou kovovou trubkou bez štěrbin a bez feritového jádra a obr. 2 je svislý řez měřicím zařízením s vloženou kovovou trubkou se štěrbinou a vloženým feritovým jádrem.

Měřicí zařízení podle vynálezu, zejména pro měření přeneseného výkonu při indukčním ohřevu, tak zvaná kalorimetrická zátěž (obr. 1) je upravena v jedno-nebo vícezávitovém induktoru 1 v němž je v izolační trubce 3 umístěna souose kovová trubka 2, takže mezi vnitřní stěnou izolační trubky 3 a vnější stěnou kovové trubky 2 je rovnoměrná mezera 11. Na jednom svém konci je izolační trubka 3 opatřena vstupní částí 6 pro přívod chladicí kapaliny a v této vstupní části 6 je upraven měřič 7 průtoku chladicí kapaliny spolu s vstupním měřičem 8 teploty chladicí kapaliny. Na druhém svém konci je izolační trubka 3 opatřena výstupní částí 9 pro odvod chladicí kapaliny. Ve výstupní části 9 je upraven výstupní měřič teploty 10 chladicí kapaliny. Mezi vstupní částí 6 a izolační trubkou 3 a mezi izolační trubkou 3 a výstupní částí 9 je příčně k podélné ose izolační trubky 3 upraven vždy jeden rozdělovač chladicí kapaliny. V provedení měřicího zařízení podle obr. 2 je v kovové trubce 2 vytvořena podélná štěrbina 5, podél níž je vloženo feritové jádro 4.

Funkce měřicího zařízení podle vynálezu (obr. 1) je tato: Vysokofrekvenční energie je do zařízení pro měření přeneseného výkonu při indukčním ohřevu přiváděna induktorem 1. Do dutiny induktoru 1 vložená kovová trubka 2 určená k ohřevu, je od něho oddělena izolační trubkou 3. Ohřev vložené kovové trubky 2 se uskutečňuje účinkem naindukovaných vysokofrekvenčních proudů v jejím povrchu přilehlém k induktoru 1. Chladicí kapalina, jejíž směr toku je na obrázku 1 naznačen šipkami protéká nejdříve vstupní částí 6 chladicí kapaliny, protéká rozdělovačem 12, vnitřkem kovové trubky 2 a také mezerou 11 mezi vnějším povrchem kovové trubky 2 a izolační trubkou 3. V tomto prostoru má proudění chladicí kapaliny turbulentní charakter a velkou průtočnou rychlost, takže dokonale odvede teplo vznikající indukčním ohřevem na vnější straně kovové trubky 2. Ve vstupní části 6 chladicí kapaliny do měřicího zařízení je uspořádán měřič 7 průtoku kapaliny a vstupní měřič 8 teploty. Po průtoku izolační trubkou 3 s ohřívanou kovovou trubkou 2 protéká chladicí kapalina rozdělovačem 12, jehož účinkem nastane promísení chladicí kapaliny ve výstupní části 9,

kde je zvýšená teplota chladicí kapaliny měřena výstupním měřičem 10 teploty a odtéká výstupní částí 9 z měřicího zařízení. Z rozdílů teplot chladicí kapaliny ve vstupní části 6 a výstupní části 9 a jejího průtočného množství Q se vypočítá přenesený výkon ze vzorce

$$P = c \cdot \gamma \cdot Q \cdot \Delta t \quad /kW/$$

$$P = \text{přenesený výkon} \quad /kW/$$

$$c = \text{specifické teplo} \quad /kJ/kg \text{ } ^\circ C/$$

$$\text{pro vodu } c = 4,186 \text{ kJ/kg } ^\circ C$$

$$\gamma = \text{měrná hmotnost} \quad /kg/m^3/$$

$$\text{pro vodu } = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$Q = \text{množství chladicí kapaliny} \text{ } /m^3/sec/$$

$$\Delta t = \text{rozdíl teplot vstupní a výstupní kapaliny} \text{ } /^\circ C/$$

Uspořádání a funkce měřicího zařízení podle vynálezu v provedení, které je na obr. 2 je takové, že v dutině induktoru 1, kterým je do měřicího zařízení přiváděná vysokofrekvenční energie je vložena kovová trubka 2 opatřena štěrbinou 5 podobnou, jaká vzniká při výrobě po délně svařovaných trub. Štěrba 5 způsobuje, že se naindukované proudy na povrchu kovové trubky 2 přilehlé k induktoru 1 nemohou uzavírat nejkratší cestou, ale obtékají hrany štěrby 5, kde se za spolupůsobení feritového jádra 4 soustřeďují a tak se dosahuje žádoucího intenzivního ohřevu, právě ve štěrbině 5, jako v případě podélného svařování trub. Funkce součástí 6, 7, 8, 12 je shodná s popisem pro obr. 1. Protékající chladicí kapalina má v mezeře 11 mezi vloženou kovovou trubkou 2 a izolační trubkou 3 hlavně však ve štěrbině 5 velkou průtočnou rychlost, takže velice účinně odvede teplo vzniklé indukčním ohřevem nejen na vnější straně vložené kovové trubky 2, ale především v její štěrbině 5. Také teplo vzniklé při vysokofrekvenčním ohřevu ztrátami ve feritovém jádru 4 je chladicí kapalinou odváděno, takže ve výstupní části 9 z měřicího zařízení jsou výstupním měřičem 10 teploty změřeny příspěvky veškeré přenesené energie, které se promění v teplo. Přenesený výkon se vypočte shodným způsobem podle výkresu k obr. 1.

Využití měřicího zařízení dle vynálezu lze předpokládat u výrobce vysokofrekvenčních generátorů, uživatelů vysokofrekvenčních generátorů, zvláště pak v provozech, kde se vyrábí trubky podélným vysokofrekvenčním svařováním.

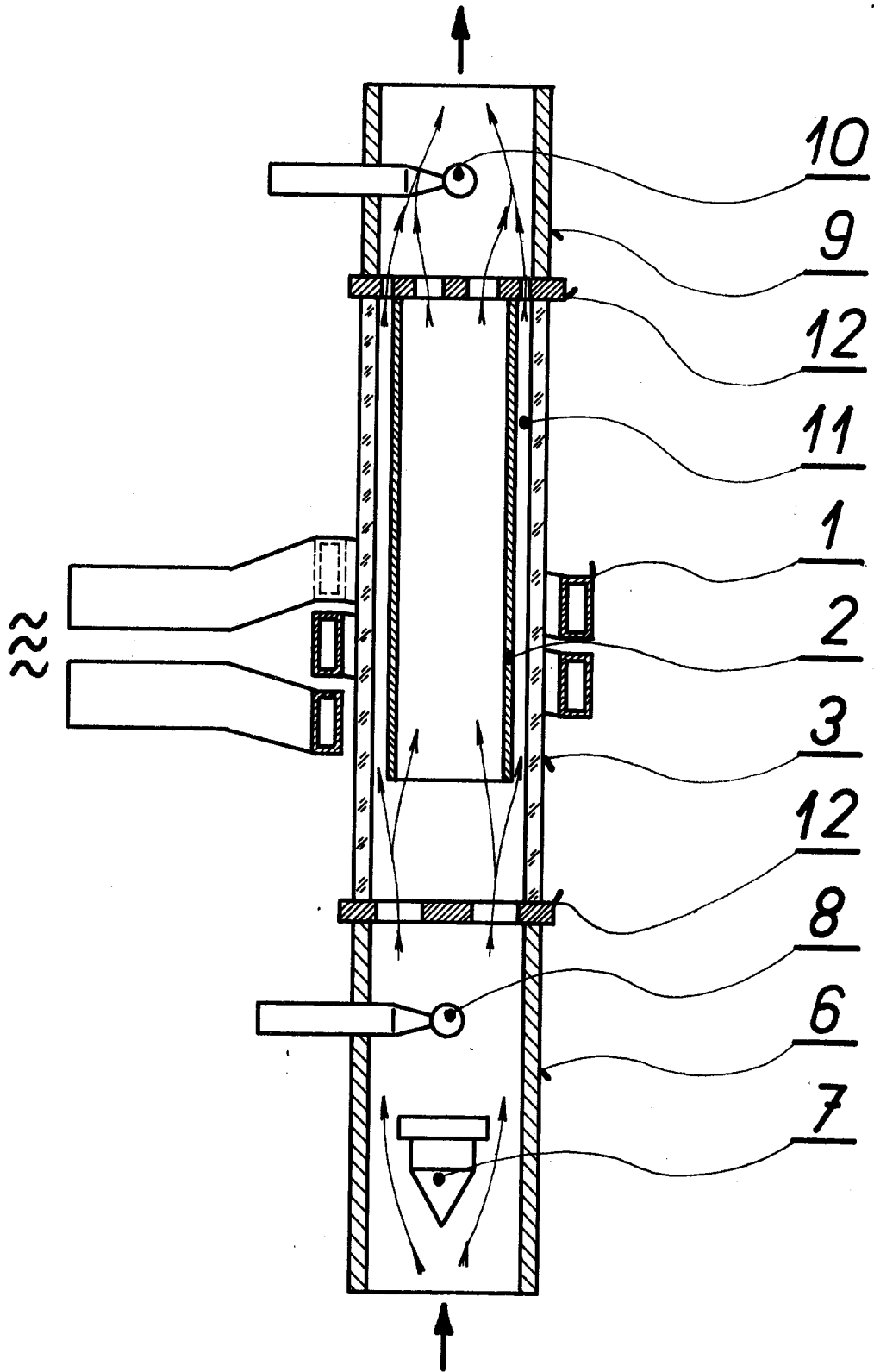
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Měřicí zařízení, zejména pro měření přeneseného výkonu při indukčním ohřevu, upravené v jedno- nebo vícezávitovém induktoru a sestávající z kovové trubky protékané chladicí kapalinou a opatřené vstupním a výstupním měřičem teploty chladicí kapaliny jakož i měřičem průtoku chladicí kapaliny, vyznačující se tím, že kovová trubka (2) je v induktoru (1) umístěna souose v izolační trubce (3), takže mezi vnitřní stěnou izolační trubky (3) a vnější stěnou kovové trubky (2) je rovnoměrná mezera (11), přičemž na jednom svém konci je izolační trubka (3) opatřena vstupní částí (6) pro přívod chladicí kapaliny, v níž je upraven měřič (7) průtoku chladicí kapaliny se vstupním měřičem (8) teploty chladicí kapaliny a na druhém svém konci je izolační trubka (3) opatřena výstupní částí (9) pro odvod chladicí kapaliny, v níž je

upraven výstupní měřič (10) teploty chladicí kapaliny, přičemž mezi vstupní částí (6) a izolační trubicí (3) a mezi izolační trubicí (3) a výstupní částí (9) je příčně k podélné ose izolační trubky (3) upraven vždy jeden rozdělovač (12) chladicí kapaliny.

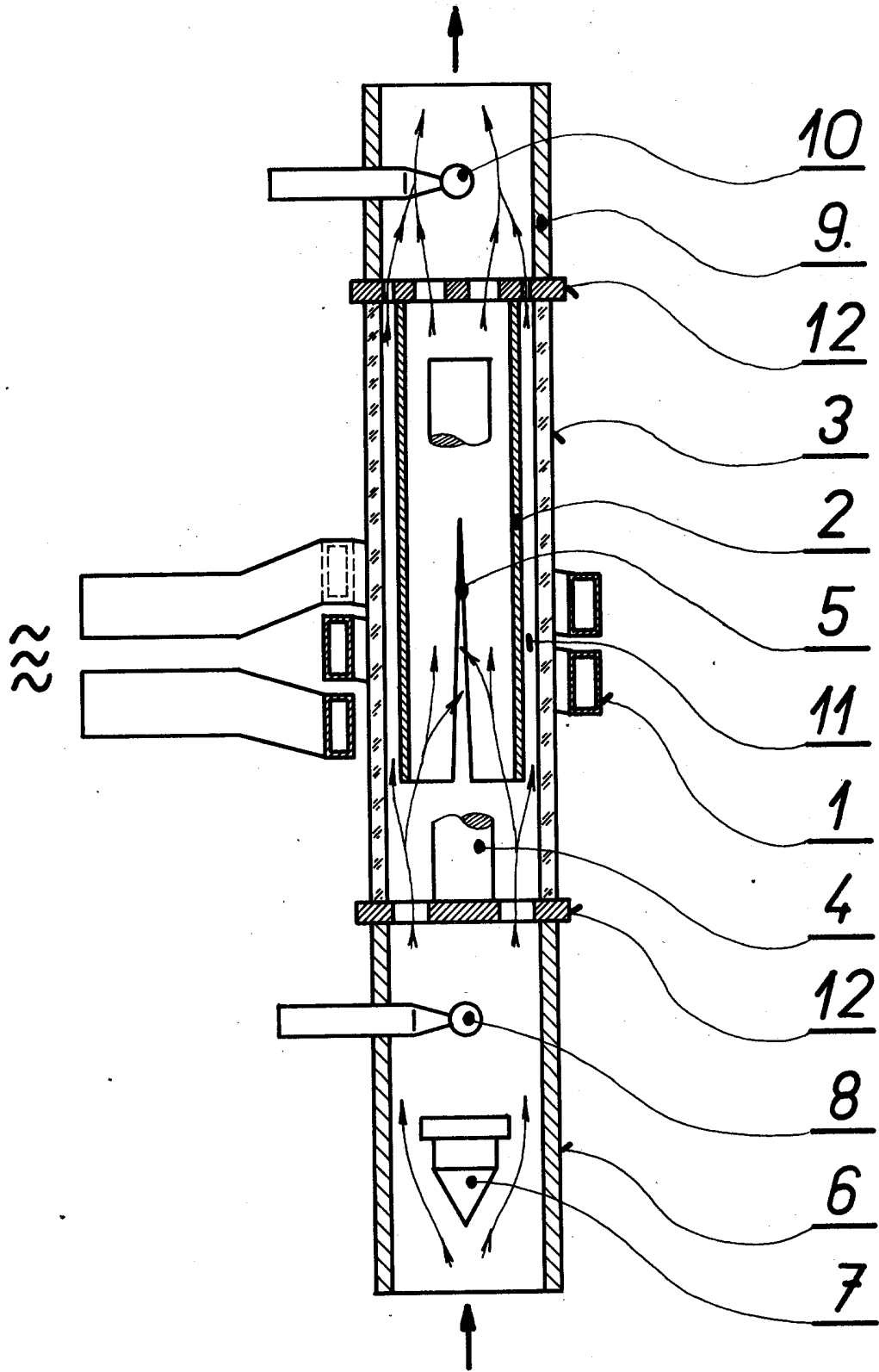
2. Měřicí zařízení podle bodu 1 vyznačující se tím, že v kovové trubce (2) je vytvořena podélná štěrba (5) podél níž je vloženo feritové jádro (4).

2 výkresy



OBR. 1

225 966



OBR. 2