



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

232731
(11) (B2)

[51] Int. Cl.³
G 01 L 9/00

(22) Přihlášeno 13 07 82
(21) [PV 5362-82]

(32) [31] [33] Právo přednosti od 29 07 81
(P 31 29 998.9)
Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 17 07 84

(45) Vydáno 15 01 87

[72]

Autor vynálezu

VAGT PETER ing., RÖSRATH (NSR)

[73]

Majitel patentu

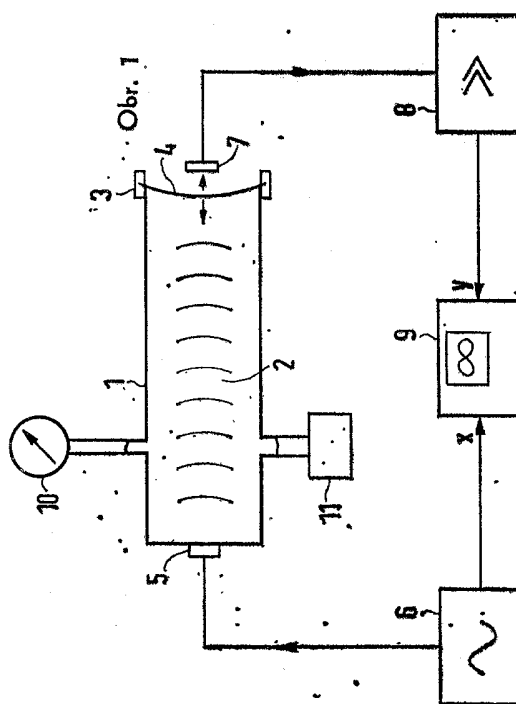
INTERATOM INTERNATIONALE ATOMREAKTORBAU GmbH,
BERGISCH GLADBACH (NSR)

(54) Způsob nedestrukčního měření reakčního tlaku vratných průrazných destiček a zařízení k provádění tohoto způsobu

1

Oproti dosavadním destrukčním zkouškám umožňuje vynález vyšší přesnost a dovoluje zkoušení zamontovaných průrazných destiček. K tomuto účelu se měří rezonanční frekvence alespoň dolních harmonických kmitů průrazných destiček při různých měřicích tlacích, které jsou nižší, než je reakční tlak. Z měření rezonančních frekvencí v závislosti na měřicím tlaku lze extrapolovat reakční tlak. Kmitání vratné průrazné destičky se s výhodou budí pomocí zvukového generátoru buzeného kmitočtovým generátorem. Bezdotykový snímač kmitů registruje kmity vratné průrazné destičky. Z naměřených rezonančních frekvencí při alespoň třech měřicích tlacích lze jednoznačně extrapolací zjistit reakční tlak.

2



Vynález se týká způsobu nedestrukčního měření reakčního tlaku vratných průrazných destiček a zařízení k provádění tohoto způsobu.

Použití vratných průrazných destiček jako pojistných ventilů, které při překročení určitého tlaku nárazově otvírají velký průtočný průřez potrubí, je široce rozšířeno. Obzvláště důležitá je přitom co nejpřesnější znalost reakčního tlaku, při kterém dojde k porušení destičky. Skutečný způsob měření reakčního tlaku, zejména u zamontovaných průrazných destiček, není dosud známý. Dosavadní metoda k určování reakčního tlaku spočívá v tom, že se vyrobí určitý počet pokud možno přesně stejných průrazných destiček a jistá část těchto destiček se pak destruktivně zkouší. Z reakčních tlaků zničených průrazných destiček se pak usuzuje na zbytek série. Přitom je buď počet zničených destiček velmi vysoký, nebo jsou tolerance udávaného reakčního tlaku příliš velké. Výsledky jsou mimo to pouze statistické povahy a nemohou brát v úvahu individuální rozdíly. Dosavadní metoda je tedy jednak drahá a jednak neuspokojivá z hlediska jednotlivých průrazných destiček a jejich vlastností.

Účelem vynálezu je odstranit uvedené nevýhody a vypracovat způsob nedestrukčního měření průrazných destiček. Podstata způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že se měří rezonanční frekvence alespoň dolních harmonických kmitů vratných průrazných destiček při různých měřicích tlacích, ležících pod reakčním tlakem, z rezonanční frekvence každé harmonické se v závislosti na měřicím tlaku extrapoluje příslušný tlak, při kterém klesne rezonanční frekvence této harmonické na nulu a nejnižší tlak, při kterém by jedna z harmonických měla nulovou rezonanční frekvenci, je hledaný reakční tlak vratné průrazné destičky.

Způsob podle vynálezu umožňuje zjišťování reakčního tlaku průrazné destičky s velmi malou tolerancí, zejména u destiček zamontovaných v konečném místě určení.

To umožňuje opakované měření, které dovoluje usuzovat na únavu materiálu a podobné vlastnosti. V mnoha případech je možné v souvislosti s nedestrukčním měřením podle vynálezu nastavovat reakční tlak podle potřeby, zejména jej snižovat změnou upnutí nebo cíleným opracováním průrazné destičky.

K porozumění způsobu podle vynálezu bude v následujícím krátce vysvětlena příslušná teorie. Při způsobu podle vynálezu se nestabilní vyboulení při reakci průrazné destičky považuje za speciální případ netlumeného kmitu zaoblené části průrazné destičky. Kmitání se vyznačuje tím, že proti výchylce A z klidové polohy působí vratná síla K . Frekvence f se mění ve zjednodušeném vy-

$$\text{jádření podle závislosti } f^2 = \text{konst.} \quad \frac{K}{A}$$

Vratná síla K zahrnuje v obecném případě

složku z elastické deformace materiálu a složku z vnějšího zatížení, která může být kladná nebo záporná. Kladná složka z vnějšího zatížení znamená, že zatížení působí proti výchylce, což je většinou spojeno s napětím v tahu. Záporná složka vratné síly znamená, že vnější zatížení podporuje výchylku, což je většinou spojeno s napětím v tlaku. Kladný přínos vnějšího zatížení k vratné síle zvyšuje frekvenci volných kmitů, záporný přínos tuto frekvenci snižuje. V mezním případě snižuje záporný přínos frekvenci až do bodu, kde už neexistuje vratná síla. V tomto mezním případě je frekvence kmitů nulová. Pro tento případ je třeba zařadit soustavu mezi nestabilní soustavy, protože neexistuje vratná síla; vznikne vybočení nebo vyboulení, které vede ke zlomení destičky.

Skutečnost, že frekvence vlastního kmitu pro tento mezní případ nestabilního selhání destičky je známa, tedy $f=0$, umožňuje způsob podle vynálezu, totiž umožňuje usuzovat z průběhu frekvence v závislosti na tlaku v nekritickém oboru zatížení na zatížení při porušení.

Lze dokázat, že vratná síla a tedy čtverec frekvence kmitů probíhá lineárně s vnějším zatížením, za všech okolností při malých deformacích a při napětích pod mezní úměrností. Tyto podmínky jsou s dostatečnou spolehlivostí splněny u vratných průrazných destiček. Pokud by to ve speciálních případech neplatilo, je třeba provést korekční opatření při zjišťování reakčního tlaku.

Při aplikaci způsobu podle vynálezu působí obtíže jedině ta okolnost, že zaoblená část průrazné destičky má větší počet tvaru kmitů, které kmitají s různou frekvencí a jejichž frekvence se mění různě silně s vnitřním tlakem. Vždycky však existuje lineární závislost. Pro reakční tlak je určující ta harmonická, která odpovídá tvaru kmitu při porušení. Je to ta harmonická, která při nejmenším vnitřním tlaku dosáhne nulové frekvence. Při neznámé průrazné destičce, u které není známá harmonická pro případ porušení, se musí tedy určit závislost frekvence na vnitřním tlaku pro různé tvary kmitů a lineárně extrapolovat až k nule. Pro praxi to ovšem znamená pouze sledování čtyř nejnižších harmonických, poněvadž vyšší harmonické nepřicházejí v úvahu. K porušení vede často druhá harmonická.

Při provádění způsobu podle vynálezu se musí tedy dbát na to, aby se správně přiřadily měřicí body jednotlivé harmonické, poněvadž jinak může dojít k chybné interpolaci výsledku. Vhodný postup při měření bude ještě popsán podrobně v souvislosti s obr. 2. Důležité je především, aby se ke každému měřicímu tlaku zjistilo několik rezonancí kmitů průrazné destičky, odpovídající různým harmonickým. Jak již bylo uvedeno, stačí zjistit čtyři nejnižší rezonance. Při měření alespoň při třech různých, dostatečně od sebe vzdálených tlacích jsou výsledky jedno-

značně interpretovatelné, přičemž přirozeně lze přesnost měření zvýšit možnou volbou počtu měřicích bodů a měřicích tlaků.

Obzvláštní význam způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že lze zkoušet vratné průrazné destičky, zamontované definitivně v místě určení. Tím je možno jednak zjistit vliv způsobu zamontování a jednak lze měření opakovat a případně provádět opatření k nastavování reakčního tlaku.

Podle výhodného provedení vynálezu se vratná průrazná destička ve vestavěné poloze při různých měřicích tlacích uvádí do kmitů buď nárazem, nebo pomocí zvukového generátoru s šumovým spektrem. Kmitý se registrují mikrofonom nebo vhodným snímačem kmitů a frekvenční spektrum kmitů se analyzuje. Přitom se zjistí rezonanční frekvence různých tvarů kmitů.

Podle poněkud zjednodušeného způsobu podle vynálezu se kmitý vratné průrazné destičky vyrábějí zvukovým generátorem, který je buzen kmitočtovým generátorem. Snímač kmitů registruje pak amplitudu kmitu průrazné destičky, přičemž frekvence kmitočtového generátoru se spojitě mění. Rezonanční frekvence se pak zjistí tím, že amplituda kmitu nabyde maxima. Tento způsob se vyznačuje značně velkou přesností.

Podle dalšího významu vynálezu lze zvuk přenášet na průraznou destičku přes konstrukci aparatury. To má tu výhodu, že zvukový generátor nemusí být vázán s tekutinou, což by mohlo za určitých okolností při zamontovaných destičkách vést k obtížím.

Výhodné však může být rovněž přenášet zvuk na průraznou destičku přes tekutinu, zejména tehdy, když je konstrukce aparatury nevhodná pro přenos zvuku. V tomto případě je zvukový generátor vázán s tekutinou a zvuk se pak přenáší na vratnou průraznou destičku.

Aby byl vliv měřicích přístrojů na kmitání průrazné destičky co nejmenší, lze podle vynálezu kmitání měřit bezdotykově. V úvahu přitom přicházejí například induktivní nebo kapacitní způsoby měření. Protože vratné průrazné destičky jsou velice citlivé a při měření se mají pokud možno vyloučit vnější vlivy, je tento způsob výhodnější než při upevnění měřicích přístrojů.

Podle vynálezu lze rezonanční frekvence identifikovat bez velkých nároků na měřicí zařízení. K tomuto účelu se paprsek osciloskopu v jedné souřadné ose budí výstupem kmitočtového generátoru a ve druhé souřadné ose amplitudou kmitání průrazné destičky. Když se pak spojitě mění frekvence zvukového generátoru, vznikají na stínítku osciloskopu Lissajousovy obrazce, které umožňují přímo identifikovat harmonické kmitý a rezonanční frekvence. Rezonanční frekvence zjištěné při určitém měřicím tlaku lze pak vynést do diagramu, jak bude vysvětleno v souvislosti s obr. 2, čímž se usnadní grafické vyhledání reakčního tlaku. Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu je provedeno

tak, že vratná průrazná destička je pomocí držáku upnuta v konstrukci, uvnitř konstrukce se nachází tekutina, jejíž tlak je měnitelný, přičemž na konstrukci je napojen zvukový generátor a měřidlo tlaku pro měření tlaku kapaliny, zvukový generátor je spojen s kmitočtovým generátorem pro buzení kmitů vratné průrazné destičky, které je přiřazeno měřidlo kmitů, které je spojeno se vstupem zesilovače, kterému je přiřazeno, respektive, který je přiřazen ústrojí pro určování rezonanční frekvence kmitů vratné průrazné destičky.

Zvukový generátor může být nasazen na konstrukci, nebo může být případně vázán akusticky s tekutinou. Obě možnosti jsou vhodné podle daných okolností k tomu, aby bylo možno uvést průraznou destičku do kmitavého pohybu. Podle vynálezu lze jako měřidlo kmitů použít bezdotykový snímač; pro případ, že vnější strana průrazné destičky není přístupná, může být snímač kmitů upevněn na konstrukci v blízkosti průrazné destičky. V mnoha případech odděluje průrazná destička pouze dva úseky potrubí, takže do blízkosti zaoblené části průrazné destičky nelze umístit snímač. V tomto případě se kmitání měří přes konstrukci, přičemž účelně se budí kmitání přes tekutinu.

Zvukový generátor, zvukový snímač a případné přístroje mohou být sdruženy v přenosnou jednotku, přičemž zvukový generátor a měřič kmitů mají být tak vytvořeny, aby se daly nasadit na různé konstrukce. Pomocí takového zařízení lze zjišťovat reakční tlak průrazných destiček, zamontovaných do libovolné konstrukce. Na vhodném místě se namontuje pouze zvukový generátor a zvukový snímač, a zkoušení průrazné destičky pak probíhá popsáním způsobem.

Vynález bude vysvětlen v souvislosti s výkresem, kde na obr. 1 je schematicky znázorněno zařízení k nedestrukčnímu určování reakčního tlaku vratných průrazných destiček a na obr. 2 diagram, který vzniká při záznamu naměřených hodnot a grafické extrapolaci.

Na obr. 1 je znázorněna konstrukce **1**, kterou může v nejjednodušším případě tvořit trubka vhodného průměru. Uvnitř této konstrukce je tekutina **2**. Pomocí držáku **3** je v konstrukci **1** upevněna vratná průrazná destička **4**. Na vhodném místě konstrukce **1** je upevněn zvukový generátor **5**, který je buď vázán akusticky s tekutinou **2**, nebo přenáší zvuk na průraznou destičku **4** přes konstrukci **1**. Kmitočtový generátor **6** slouží k buzení zvukového generátoru **5** a v blízkosti průrazné destičky **4** je upevněno měřidlo **7** kmitů, s výhodou tvořené bezdotykovým snímačem. Tento snímač může být například induktivní nebo kapacitní. Zesilovač **8** zesiluje přijímané signály a vede je na vstupy **y** osciloskopu **9**. Když se současně přivádí na vstup osciloskopu **9** výstupní signál kmitočtového generátoru **6**, vznikají na stínítku os-

ciloskopu 9 Lissajousovy obrazce, které umožňují identifikovat rezonance. Protože měření se má provádět při různých tlacích tekutiny 2, je zařízení opatřeno měřidlem 10 tlaku a ústrojím 11, například čerpadlem k nastavování požadovaného tlaku. Aparatura, ve které se používá průrazných destiček, má zpravidla možnosti k nastavování a odečítání tlaku, takže stačí k ní připojit pouze zvukový generátor a snímač kmitání. V důsledku toho lze vyšetřovat chování průrazných destiček namontovaných v místě určení.

Obr. 2 ukazuje diagram, který vzniká při grafickém vyhodnocování měření prováděných způsobem podle vynálezu. Na ose x je vynesena tlak P a na ose y čtverec frekvence f . Tímto způsobem vznikne žádaná funkční závislost jako přímka. Přímky a, b, c představují frekvenční průběh v závislosti na tlaku v soustavě pro tři nejnižší harmonické. Je patrné, že se tyto přímky mohou protínat v měřicím rozsahu, takže správné přiřazení měřicích bodů není za určitých okolností zcela jednoduché. Pro vysokou přesnost měření by musely sice principiálně stačit tři měřicí body při různých tlacích, může však dojít k obtížím, když jeden z měřicích bodů leží právě v blízkosti průsečíku. Proto se navrhuje, jak je naznačeno na obr. 2, zaznamenat alespoň tři měřicí skupiny I, II, III aby se dosáhlo přesné interpretace měřicích bo-

dů a jejich přiřazení k příslušným harmonickým. Tímto způsobem vznikne dostatečný počet měřicích bodů pro přesné stanovení každé přímky, a tyto přímky lze pak s dostatečnou přesností interpolovat do oblasti reakčního tlaku.

Ta přímka, která protne osu x při nejnižším tlaku PA, odpovídá harmonické při porušení destičky. Průsečík s osou x udává přesný reakční tlak. V tomto diagramu by přímky pro vyšší harmonické ležely všechny výše, takže pro sledování reakčního tlaku nehrají žádnou roli.

V předcházejícím textu byl pro velkou jednoduchost a přehlednost popsán způsob grafického vyhodnocování. Je samozřejmé, že lze vždycky provádět vyhodnocování i početně, případně pomocí počítače. V tomto případě by se přímky vypočetly z naměřených bodů jedním ze známých kompenzačních postupů a vypočetl by se průsečík s osou x.

Popsaný způsob dává principiálně možnost změřit pro každou individuální průraznou destičku nedestrukčním způsobem reakční tlak s téměř libovolně malou tolerancí. Při zvýšení počtu měřicích bodů a při rozšíření měřicího rozsahu může přesnost měření za všech okolností být mnohem větší, než je dosud možné pomocí statistického způsobu a při destrukčním zkoušení.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob nedestrukčního měření reakčního tlaku vratných průrazných destiček, vyznačující se tím, že se měří rezonanční frekvence alespoň dolních harmonických kmitů vratných průrazných destiček při různých měřicích tlacích, ležících pod reakčním tlakem, z rezonanční frekvence každé harmonické se v závislosti na měřicím tlaku extrapoluje příslušný tlak, při kterém klesne rezonanční frekvence této harmonické na nulu a nejnižší tlak, při kterém by jedna z harmonických měla nulovou rezonanční frekvenci, je hledaný reakční tlak vratné průrazné destičky.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že kmitání průrazné destičky se budí nárazem nebo šumem zvukového generátoru.

3. Způsob podle bodu 2, vyznačující se tím, že zvuk se přenáší na vratnou průraznou destičku přes konstrukci aparatury.

4. Způsob podle bodu 2, vyznačující se tím, že zvuk se přenáší na vratnou průraznou destičku přes tekutinu.

5. Způsob podle bodů 1 až 4, vyznačující se tím, že kmitání průrazné destičky se měří bezdotykově.

6. Zařízení k provádění způsobu podle jednoho nebo několika předcházejících bodů 1 až 5, vyznačující se tím, že vratná průrazná destička (4) je upnuta držákem (3) v konstrukci (1), v níž je uvnitř umístěna tekutina (2), jejíž tlak je měnitelný, přičemž na konstrukci (1) je napojen zvukový generátor (5) a měřidlo (10) tlaku pro měření tlaku tekutiny (2), zvukový generátor (5) je spojen s kmitočtovým generátorem (6) pro buzení kmitů vratné průrazné destičky (4), které je přiřazeno měřidlo (7) kmitů, které je spojeno se vstupem zesilovače (8), který je přiřazen ústrojí pro určování rezonanční frekvence kmitů vratné průrazné destičky (4).

7. Zařízení podle bodu 6, vyznačující se tím, že měřidlo (7) kmitů je tvořeno bezdotykovým snímačem.

8. Zařízení podle bodů 6 a 7, vyznačující se tím, že ústrojí pro určování rezonanční frekvence je tvořeno osciloskopem (9), přičemž na jeho první vstup (x) je připojen výstup kmitočtového generátoru (6) a na jeho druhý vstup (y) je připojen výstup měřidla (7) kmitů přes zesilovač (8).

