



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

202141
(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
F 16 H 53/00

(22) Přihlášeno 17 02 76
(21) (PV 1007-76)

(40) Zveřejněno 30 04 80

(45) Vydáno 15 10 82

(75)

Autor vynálezu

FIALA BOHUMIL ing., KOPŘIVNICE

(54) Vačka víceprvková se spojitým průběhem zrychlení

Vynález se týká vačky víceprvkové se spojitým průběhem zrychlení určené zejména pro rozvod spalovacích motorů a jiných mechanismů.

Při návrhu vaček je nutno splnit požadavky na průběh zdvihu a průběh první, druhé, případně třetí derivace zdvihu, které určují rychlost, zrychlení a změnu zrychlení mechanismu. Z hlediska dynamiky mechanismu je nejdůležitější průběh zrychlení, zejména maximální a minimální velikost zrychlení a maximální velikost změny zrychlením. Z hlediska funkce spalovacího motoru je důležitá plnost zdvihové křivky ventilu. Z hlediska mechanického namáhání kluzných ploch vačky a zdvihadla respektive vahadla a z výrobních důvodů je důležitý min. a max. polomer křivosti vačky. Jsou známy vačky, jejichž tvar je určen polynomem vyššího stupně. U nich však nelze současně dosáhnout dostatečné plnosti a přiměřené velikosti kladného i záporného zrychlení. Dále jsou známy vačky, jejichž tvar je složen z oblouků. Průběh zrychlení je v tomto případě silně nespojitý, což je nepříjemné z hlediska dynamiky mechanismu. Další známé řešení jsou vačky, jejichž zdvihová křivka je sestavena z jednotlivých spojitých úseků. Tyto vačky však nejsou z hlediska dynamiky mechanismu příliš vhodné, jelikož třetí derivace zdvihu je již nespojitá. U některých z nich je navíc omezena plnost zdvihové křivky. Dále jsou známy vačky, jejichž křivka zrychlení je tvořena trigonometrickou Fourierovou řadou a parabolou. Tyto vačky mají spojitou i třetí derivaci zdvihu a umožňují dosažení plnosti, ale volba průběhu zrychlení neposkytuje dostatek volnosti. Kromě toho je spojitost třetí derivace zdvihu v oblasti připojení náběhu závislá na použití zvláštního tvaru náběhu.

Shora uvedené nevýhody odstraňuje vačka víceprvková se spojitým průběhem zrychlení dle vynálezu, jejíž podstata spočívá v tom, že její zdvihová křivka má v prvním úseku tvar části sinusovky, přičemž v dalších úsecích je složena z paraboly třetího stupně a sinusovky vyjádřené rovnicí typu $h = y + a(\varphi - x)^3 + b(\varphi - x)^2 + c(\varphi - x) + d \sin e(\varphi - x)$, kde $e(\varphi - x)$ leží v intervalu od 0 do π , x , y , a , b , c , d , e jsou konstanty a φ je úhel otočení vačky, přičemž konstanta x vyjadřuje úhlovou polohu počátku úseku od vrcholu vačky.

Toto řešení umožňuje libovolně měnit a volit všechny důležité parametry zdvihové křivky ventilu jako max. a min. hodnoty druhé derivace a velikosti třetí derivace zdvihu. Přitom je splněn požadavek spojitosti i třetí derivace zdvihu. Čtvrtá derivace zdvihu je rovněž spojitá až na malou nespojitost ve spojení prvního a druhého úseku. Podle potřeby je možné dosáhnout

velké plnosti nebo nízkých hodnot třetí derivace zdvihu pro hladký chod mechanismu. Tvar zdvihové křivky v prvním úseku tvořený částí sinusovky umožňuje dosažení přesného souladu setrvačných sil mechanismu se silou vratné pružiny. Funkce použitá pro tvarování zdvihové křivky v ostatních úsecích umožňuje volbou konstant velmi přehledně a s velkou volností tvarovat zejména druhou derivaci zdvihové křivky, přičemž je vždy zaručena spojitost až do čtvrté derivace zdvihu. Náběh — devátý až třináctý úsek — dovoluje výpočetním postupem stejným jako ve zdvihové části dosáhnout spojitosti až čtvrté derivace zdvihu, což má význam hlavně při výrobě vaček na brousících strojích, kde takto navržený náběh zabrání rozvibrování stroje a tím zhotovení špatné vačky.

Na přiloženém vyobrazení jsou znázorněny příklady, tvarování vzestupné i sestupné části zdvihové křivky vačky dle vynálezu. Na obr. 1 je znázorněna sestupná část zdvihové křivky složené z max. počtu třinácti úseků. Na vodorovné ose je ve všech obrázcích vynesena úhel otočení vačky φ . Na obr. 2 je znázorněna derivace (rychlost) zdvihové křivky podle úhlu otočení vačky φ . Na obr. 3 je znázorněna druhá derivace (zrychlení) zdvihové křivky z obr. 1. Na obr. 4 je znázorněna vzestupná část zdvihové křivky složené jen z některých úseků, v tomto případě z devíti. Na obr. 5 je znázorněna derivace (rychlost) zdvihové křivky z obr. 4 a na obr. 6 druhá derivace (zrychlení) zdvihové křivky z obr. 4.

Povrchová plocha vačky je vytvořena tak, že jí určená zdvihová křivka se skládá ze vzestupné a sestupné části. Vzestupnou částí se rozumí ta část zdvihové křivky, na níž zdvih ve zvoleném smyslu pohybu — na vyobrazení zleva do prava — roste, a sestupnou částí se rozumí ta část zdvihové křivky, na níž zdvih ve zvoleném smyslu pohybu klesá. Na obrázku 1 je znázorněna sestupná část zdvihové křivky, složená z max. počtu třinácti úseků **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M**. Vytvoření zdvihové křivky je nejlépe patrné na její druhé derivaci, která je na obrázku 3. Úseky **A, B, C, D, E, F, G, H** vytváří tzv. zdvihovou část vačky a úseky **I, J, K, L, M** tzv. náběh. V prvním úseku **A** je druhá derivace zdvihové křivky tvořena částí sinusovky a má zápornou hodnotu. Setrvačné síly ve vačkovém mechanismu (např. v rozvodu spalovacího motoru) vyvolané zápornou druhou derivací zdvihové křivky, jsou překonávány pružinou. Volbou konstant u sinusové funkce (např. tvaru $h'' = k \sin l(\varphi + m)$, kde k, l, m jsou konstanty) lze dosáhnout souladu setrvačných sil s druhou derivací zdvihové křivky. Druhý úsek **B** tvoří plynulý přechod ze záporné části druhé derivace zdvihové křivky (první úsek **A**) do kladné části druhé derivace zdvihové křivky tvořené úseky **C, D, E, F, G, H**. Devátý úsek **I** tvoří náběhovou část — ve vyobrazeném případě je v něm druhá derivace zdvihové křivky nulová a tedy první derivace zdvihové křivky (rychlost) je konstantní, což se často používá u vaček v rozvodu spalovacích motorů. Úseky **J, K, L, M** tvoří plynulý počátek náběhu. Druhá derivace zdvihové křivky v nich nabývá kladných hodnot.

Tím, že zdvihová křivka v úsecích **B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M** je složena z paraboly třetího stupně a sinusovky vyjádřená rovnicí typu $h = y + a(\varphi - x)^3 + b(\varphi - x)^2 + c(\varphi - x) + d \sin e(\varphi - x)$, kde $e(\varphi - x)$ leží v intervale od 0 do π , x, y, a, b, c, d, e jsou konstanty a φ je úhel otočení vačky, přičemž konstanta x vyjadřuje úhlovou polohu počátku úseku **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M**, od vrcholu vačky, je umožněno dosažení spojitosti až čtvrté derivace zdvihové křivky na rozhraní úseků **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M**. Na rozhraní úseků **A, B** je dosaženo spojitosti až třetí derivace zdvihové křivky a nespojitost čtvrté derivace je velmi malá, neboť hodnota čtvrté derivace zdvihové křivky je v celém prvním úseku **A** velmi malá a na začátku druhého úseku **B** je nulová. Volbou konstant můžeme získat vhodné křivky pro tvarování druhé derivace zdvihu. Lze takto získat buď sinusovku nebo přímku, případně kombinaci. Šířka úseku **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M**, závisí na požadavcích na tvarování zdvihové křivky, respektive její druhé derivace, přičemž nemusí být vždy využito maximálního počtu úseků **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M**, neboť některé lze vypustit, nebo volit jejich šířku nulovou. Příklad je na obrázku 4, 5, 6. Je zde zakreslena vzestupná část zdvihové křivky ventilu a její první a druhá derivace. Vypuštěny jsou úseky **E, F, G, L**.

Podle potřeby je možno takto vytvořit vačku s velkou plností nebo velmi plynulou či jakýkoliv kompromis, přičemž je vždy zajištěna plynulost a spojitost. Tvarování vačky dle vynálezu je určeno především pro rozvod spalovacích motorů, ale je možné využít i v jiných vačkových mechanismech.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Vačka víceprvková se spojitým průběhem zrychlení, jejíž zdvihová křivka, určující tvar vačky se skládá ze vzestupné a sestupné části, jež jsou tvořeny úseky navzájem spojenými tak, že ve spojovacích bodech dvou navzájem sousedících úseků má zdvihová křivka shodný zdvih a jeho první, druhou a třetí derivaci, v y z n a č e n á t í m, že zdvihová křivka má v prvním úseku (**A**) tvar části sinusovky, přičemž v dalších úsecích (**B, D, C, E, F, G, H, I, J, K, L, M**) je složena z paraboly třetího stupně a sinusovky, vyjádřené rovnicí typu $h = y + a(\varphi - x)^3 + b(\varphi - x)^2 + c(\varphi - x) + d \sin e(\varphi - x)$, kde $e(\varphi - x)$ leží v intervale od 0 do π , x, y, a, b, c, d, e jsou konstanty a φ je úhel otočení vačky, přičemž konstanta (x) vyjadřuje úhlovou polohu počátku úseku (**A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M**) od vrcholu vačky.

h [mm]

Obr. 1

 φ [rad]

A

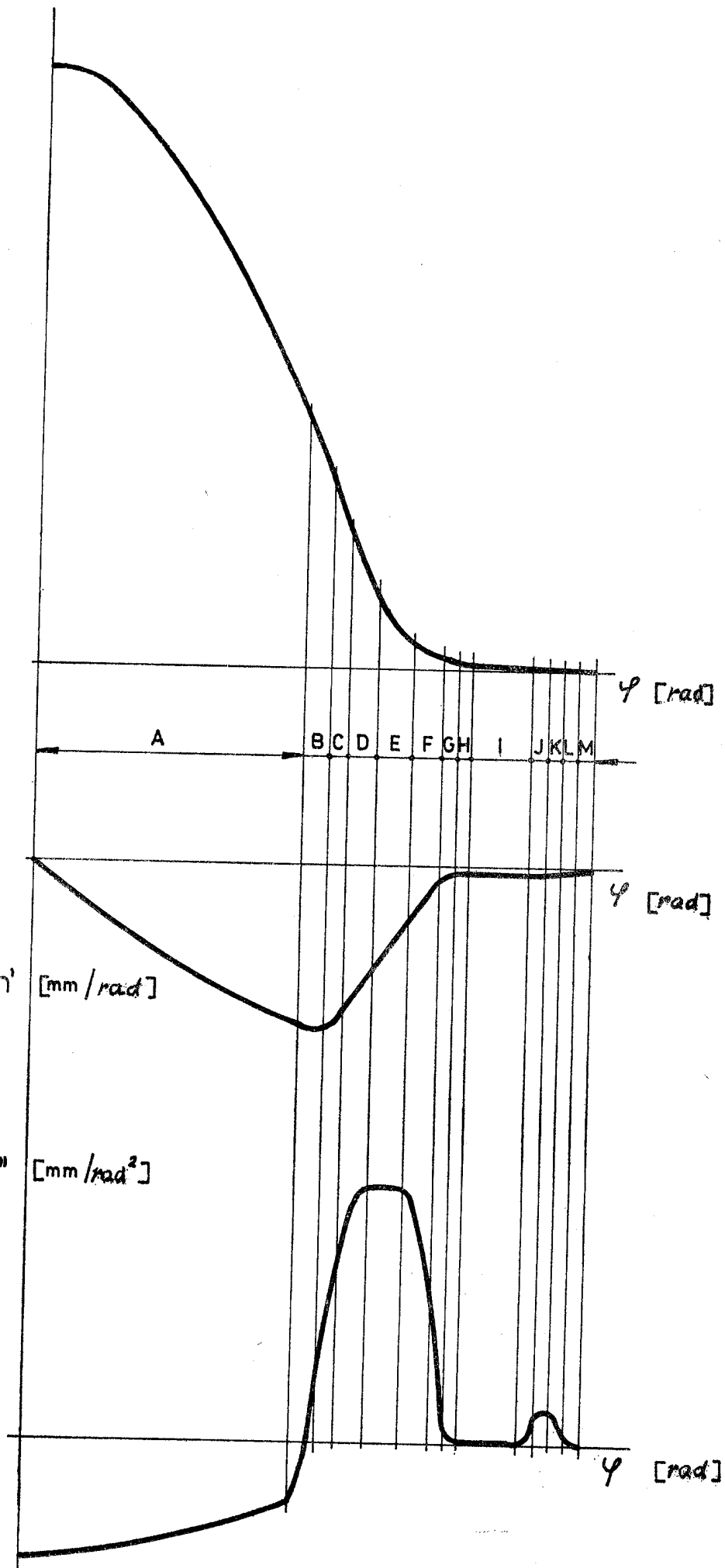
B C D E F G H I J K L M

 h' [mm/rad]

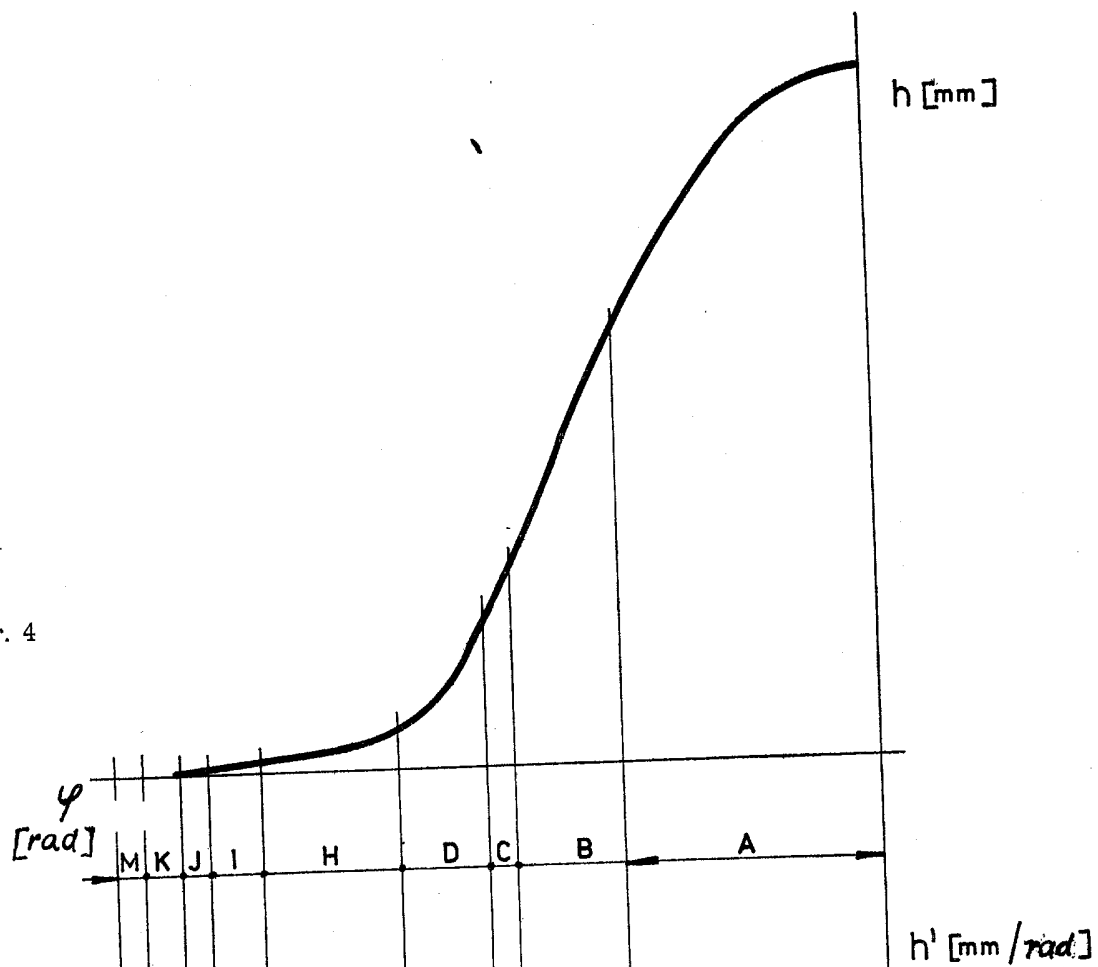
Obr. 2

 φ [rad] h'' [mm/rad²]

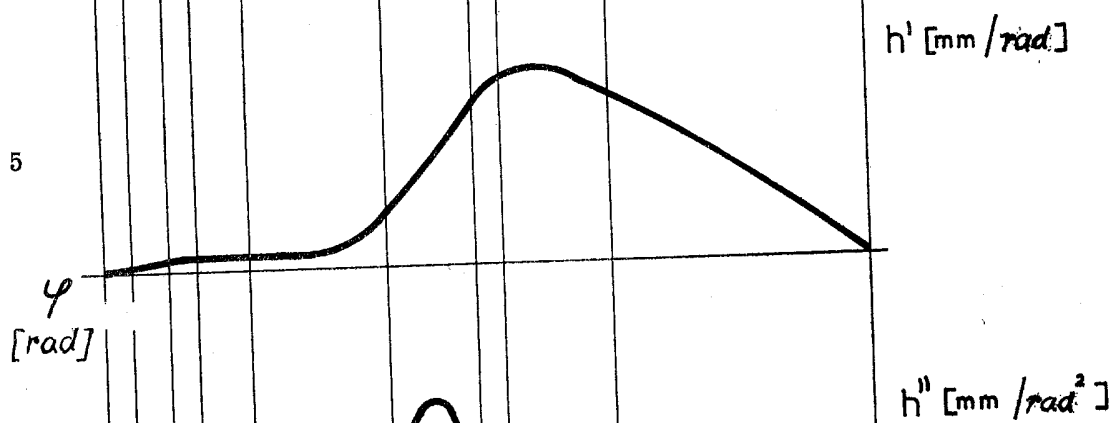
Obr. 3

 φ [rad]

Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

