

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

37 609

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

F01D 9/04 (2006.01)
F01D 9/02 (2006.01)
F01D 25/30 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2023-40767**
(22) Přihlášeno: **02.03.2023**
(47) Zapsáno: **09.01.2024**

(73) Majitel:
Ing. Marek Bobčík, Plzeň, Jižní Předměstí, CZ
(72) Původce:
Ing. Marek Bobčík, Plzeň, Jižní Předměstí, CZ
(74) Zástupce:
Langrova, s.r.o., Skrétova 1011/48, 301 00 Plzeň,
Jižní Předměstí

(54) Název užitého vzoru:
Deflektor turbíny

CZ 37609 U1

Deflektor turbíny

Oblast techniky

5

Navrhované technické řešení spadá do oblasti konstrukčních součástí turbín (zejména parních nebo plynových), které mají výstup pracovní tekutiny z vnější skříně v radiálním směru.

10

Dosavadní stav techniky

Turbíny (zejména parní i plynové) obsahují vnitřní těleso s rotorem (tzv. průtočnou část), které je umístěné ve vnějším tělese. Vnější těleso mimo jiné zachycuje a usměřuje pracovní tekutinu (pára, spaliny apod.), která vystupuje z výstupu vnitřního tělesa za posledním lopatkovým stupněm rotoru. Vnější těleso je opatřené radiálním odvodem pracovní tekutiny. Parní turbína má zpravidla spodní odvod doplněný kondenzátorem. Plynová turbína má zpravidla horní odvod případně doplněný tepelným výměníkem. Lze uvažovat i boční odvod.

Vnitřní těleso turbíny se podle stavu techniky opatřuje na výstupu prstencovým deflektorem. Jedná se o rotační těleso (je otáčeno kolem osy stroje) a všechny jeho příčné řezy mají stejný tvar. Jedním z úkolů deflektoru je usměrnění a zpomalení proudu, čímž dochází ke změně tlaku pracovní tekutiny vystupující z vnitřního tělesa turbíny. Pracovní tekutina totiž vystupuje z horizontálně orientovaného vnitřního tělesa turbíny v axiálním směru a při průchodu difuzorem dochází ke změně trajektorie proudnic proudící pracovní tekutiny do radiálního směru. To je způsobeno omezením jejího pohybu v axiálním směru pomocí zadní stěny vnějšího tělesa, případně na ní umístěným deflektorem. U vnějšího tělesa se spodním nebo horním odvodem je změna směru proudění z axiálního do radiálního směru zatížena nerovnoměrným rozložením proudového pole ve vertikální rovině YZ . Největší rozdíl je v porovnání proudového pole nad dělicí rovinou turbíny a pod dělicí rovinou turbíny (tj. nad a pod rovinou XY). Je to způsobeno zejména tvarem výstupního traktu s odvodem pracovní tekutiny, kde pracovní tekutina má tendenci proudit ve směru odvodu z vnějšího tělesa turbíny (např. do nástavby kondenzátoru). Díky tomu dochází na straně vnějšího tělesa, která je protilehlá k odvodu pracovní tekutiny, k lokálnímu nárůstu tlaku pracovní tekutiny. To v konečném důsledku vede k nižší účinnosti a menšímu provoznímu rozsahu turbíny.

Tento problém lze dle dosavadního stavu techniky řešit úpravou tvaru vnějšího tělesa turbíny. Jedním řešením je u vnějšího tělesa se spodním odvodem zvětšení objemu části vnějšího tělesa nad dělicí rovinou. Vnější těleso pak může být v horní části plošší a v oblasti dělicí roviny rozšířené. Tento způsob řešení je ale ekonomicky náročnější.

Zejména u parních turbín se vyskytuje ve výstupním traktu difuzorová část za účelem dosažení co nejnižšího statického tlaku za poslední lopatkou a tím dosáhnout vyššího výkonu turbíny. Tlak v kondenzátoru je přímo závislý na teplotě chladicí vody, a proto se výkon turbíny mění s ohledem na roční období. Snahou je vhodnou konstrukcí difuzorové části dosáhnout ideálně za posledním lopatkovým stupněm nižšího tlaku než v kondenzátoru. Samozřejmostí je mít rovnoměrné proudové pole po celém obvodu za posledním lopatkovým stupněm. Problematika nerovnoměrného proudového pole je znatelná i u více tělesové turbíny, kde jednotlivá tělesa mají taktéž radiální vyproudění. Zrovnoměrněním proudového pole samo o sobě taktéž přináší nezanedbatelné přínosy na výkonu stroje.

50

Podstata technického řešení

Podstatou technického řešení je tvar deflektoru turbíny. Deflektor obsahuje límec mající základnu s kruhovým středovým otvorem, která tvoří rozhraní pro připevnění deflektoru k výstupu z vnitřního tělesa turbíny podle stavu techniky. Rozhraní určuje rovinu YZ kolmou k podélné ose

turbíny a deflektoru. Rovina YZ je při praktickém užití deflektoru rovina vertikální, kolmá na podélnou osu turbíny (tj. na osu rotace rotoru turbíny). Rozhraní může být k vnitřnímu tělesu turbíny připevněno tak, že se deflektor stane nedílnou součástí vnitřního tělesa turbíny (např. přivařeno, lepeno atd.). Z výrobních a provozních důvodů je však výhodné, pokud je deflektor s vnitřním tělesem turbíny spojen rozebíratelným spojením. V takovém případě může být rozhraní opatřeno přírubou se středovým otvorem. Příruba je opatřena vnitřní dosedací plochou v rovině YZ pro připevnění k výstupu z vnitřního tělesa turbíny, a vnější plochou, kterou je připevněna k límci. Pomocí příruby pak může být deflektor spojen s vnitřním tělesem turbíny rozebíratelným (např. šroubovým) spojením.

Límeček je těleso nerotačního tvaru z plochého profilu, které je souměrné nebo nesouměrné podle vertikální roviny XZ proložené podélnou osou turbíny a deflektoru, kolmé na rovinu YZ .

Volný okraj tohoto plochého profilu, který je odlehlejší od rozhraní, je v radiálním směru (tj. ve směru od podélné osy turbíny a deflektoru) vytvářen do proměnného průřezu límečku.

Proměnný průřez límečku je v množině radiálních rovin, procházejících podélnou osou turbíny a deflektoru, tvořen množinou tvořících křivek tvaru měnícího se v závislosti na konkrétním místě obvodu límečku. Všechny jednotlivé, vzájemně odlišné, profily límečku v množině řečených radiálních rovin na sebe v obvodovém směru roviny YZ plynule navazují. To znamená, že jsou přechody tvaru límečku co nejvíce plynulé, bez skokových změn tvaru.

Každá z uvedené množiny tvořících křivek tvoří vnitřní povrch límečku a má:

- počáteční bod X_0 ležící na rozhraní;
- koncový bod X_2 , který má ze všech bodů dané tvořící křivky největší vzdálenost od podélné osy turbíny a deflektoru;
- a mezilehlý bod X_1 , jehož vzdálenost od podélné osy turbíny a deflektoru je větší než vzdálenost počátečního bodu X_0 a menší než vzdálenost koncového bodu X_2 .

Mezilehlý bod X_1 je zároveň jediným bodem příslušné tvořící křivky, v němž je tečna této tvořící křivky rovnoběžná s rovinou YZ . Kolmá vzdálenost mezilehlého bodu X_1 od roviny YZ je největší ze všech bodů dané tvořící křivky. Jedná se o vzdálenost ve směru od vnitřního tělesa turbíny – pak tedy platí, že rovina proložená koncovým bodem X_2 , která je rovnoběžná s rovinou YZ , se nachází mezi rovinou YZ a mezilehlým bodem X_1 . Mezilehlý bod X_1 je tak nejvzdálenější bod od vnitřního tělesa turbíny ve směru proudu pracovní tekutiny po výstupu z vnitřního tělesa turbíny.

Proměnný průřez límečku se v axiálním směru (tj. ve směru od rozhraní k mezilehlým bodům X_1 tvořících křivek) zvětšuje tak, že límeček má trychtýřovitý tvar rozšiřující se směrem od rozhraní. Vnitřní povrch límečku definuje rozšiřující se prostor, kterým se skrz středový otvor difuzoru od výstupu z vnitřního tělesa turbíny pohybuje pracovní tekutina (pára, spaliny apod.).

Řez deflektorem v rovině XZ je osově nesouměrný podle roviny XY proložené podélnou osou turbíny a deflektoru, která je kolmá na rovinu XZ a YZ . Zároveň je řez v rovině XZ odlišný od řezu v rovině XY . Průsečík roviny XY s rovinou XZ v rovině YZ je geometrickým středem středového otvoru difuzoru v rovině YZ .

Koncové body X_2 dvou tvořících křivek v rovině XZ leží na přímce koncových bodů X_2 , která je různoběžná vůči rovině YZ . Rovina YZ tak obsahuje průsečík s přímkou koncových bodů X_2 . Přímka koncových bodů X_2 přitom s rovinou YZ svírá ostrý úhel α .

V rovině XZ je na prvním okraji límečku kolmá vzdálenost mezi koncovým bodem X_2 tvořící křivky a rovinou YZ menší, než kolmá vzdálenost mezi koncovým bodem X_2 tvořící křivky protilehlého druhého okraje límečku a rovinou YZ .

Mezilehlé body XI dvou tvořících křivek v rovině XZ leží na přímce mezilehlých bodů XI , která je rovněž různoběžná vůči rovině YZ . Rovina YZ tak obsahuje průsečík s přímkou mezilehlých bodů XI . Přímka mezilehlých bodů XI rovněž svírá s rovinou YZ ostrý úhel α' .

- 5 Jestliže je absolutní hodnota kolmé vzdálenosti koncového bodu $X2$ od roviny YZ vyšší než absolutní hodnota kolmé vzdálenosti mezilehlého bodu XI , pak je přímka proložená dvěma mezilehlými body $X2$ a procházející průsečíkem roviny XY s rovinou XZ sečnou vnitřního tělesa turbíny, když je na něm deflektor namontovaný. Tento případ nastane, pokud je vnější okraj límce značně dlouhý a zahnutý, takže zasahuje hluboko za rozhraní směrem proti proudu pracovní tekutiny.

Je výhodné, pokud je v rovině XZ kolmá vzdálenost koncového bodu $X2$ prvního okraje límce od roviny XY menší než kolmá vzdálenost koncového bodu $X2$ druhého okraje límce.

- 15 Alespoň na druhém okraji límce může být v rovině XZ část obecné tvořící křivky s nulovou křivostí a s konečnou délkou a být kolmá na rovinu YZ . Jedná se o část obecné tvořící křivky směřující z počátečního bodu $X0$ směrem k mezilehlému bodu XI . To znamená, že část vnitřního povrchu límce je v tom místě část válcové plochy. S ohledem na přímku proloženou koncovými body $X2$ obou okrajů límce, která je v rovině XZ nerovnoběžná s rozhraním, je zřejmé, že válcová plocha se směrem k prvnímu okraji límce zužuje. Toto provedení může být výhodné při aplikaci, kde je
- 20 axiální prostor pro vyproudění pracovní tekutiny mezi vnitřním a vnějším tělesem turbíny větší.

- Při praktickém užití deflektoru v turbíně je první okraj límce v rovině XZ ten, který je odlehlý od odvodu pracovní tekutiny z vnějšího tělesa. Druhý okraj límce je naopak orientovaný k odvodu pracovní tekutiny z vnějšího tělesa. To znamená, že při užití difuzoru v turbíně opatřené spodním odvodem pracovní tekutiny je v rovině XZ první okraj límce okrajem horním. Analogicky je při užití difuzoru v turbíně opatřené horním odvodem pracovní tekutiny první okraj límce v rovině XZ okrajem spodním. Jestliže je turbína opatřena bočním odvodem pracovní tekutiny, pak se první i druhý okraj límce nachází mimo vertikální řez.

- 30 Podstatou tohoto technického řešení je vhodným tvarem deflektoru změnit trajektorii jednotlivých proudnic proudového pole po výstupu z vnitřního tělesa turbíny a snížit tak jeho nerovnoměrnost. Modelací proudového pole je docíleno snížení ztrát vlivem snížení rychlosti proudového pole za difuzorem. Proud tekutiny tak efektivněji proudí mezi vnitřním a vnějším tělesem turbíny, protože
- 35 dojde ke zvětšení efektivního průřezu mezi tělesy. Mezi další pozitivní odezvy patří zvýšení výkonu turbíny, snížení vibrací a hluku. Snížení nerovnoměrnosti proudového pole v obvodovém směru v pracovním prostoru lopatek dojde ke zvýšení jejich životnosti a také k většímu provoznímu rozsahu turbíny. Díky moderaci proudového pole dochází ke zvětšení efektivního průřezu mezi tělesy, kterým pracovní tekutina protéká. Díky tomu lze při návrhu turbíny zmenšit především vnější těleso a dosáhnout tak ekonomických úspor.

- Deflektor je využitelný pro turbíny parní, plynové apod. V místě úpravy límce dojde k zamezení negativních projevů při zpětném proudění tekutiny míchající se s hlavním proudem. Tím je eliminována tvorba vírů vytvářejících ztráty. Vhodným tvarem límce dojde k vytvoření prostoru,
- 45 který se od strany protilehlé od odvodu pracovní tekutiny z vnějšího tělesa obvodově rozšiřuje směrem k odvodu pracovní tekutiny. Vytváří tak prostor pro odvod pracovní tekutiny, která není narušována pracovní tekutinou proudící z výstupu turbíny. Uvedený tvar difuzoru zrovnoměňuje a modeluje proudové pole bez negativních projevů. Při celkovém pohledu na toto řešení lze konstatovat fakt, že je pracovní tekutina rozdělena na několik vzájemně neovlivňujících se proudů.
- 50 Zároveň je oproti běžně používaným řešením výrazně lépe využit prostor mezi vnitřním a vnějším tělesem turbíny a nevznikají zavířená místa vytvářející ztráty.

Objasnění výkresů

Příkladné provedení navrhovaného řešení je popsáno s odkazy na výkresy, kde je na

- 5 obr. 1 – vnější pohled v rovině XZ provedením deflektoru s rotačním tvarem dle stavu techniky;
 obr. 2 – vnější pohled v rovině XZ dalším provedením deflektoru s rotačním tvarem dle stavu techniky;
 obr. 3 – vnější pohled v rovině XZ na deflektor dle předkládaného technického řešení v provedení s částí tvořící křivky s nulovou křivostí a s konečnou délkou kolmou na rovinu YZ ;
 10 obr. 4 – čelní osový pohled v rovině YZ na deflektor dle předkládaného technického řešení;
 obr. 5 – řez v rovině XZ deflektorem dle předkládaného technického řešení;
 obr. 6 – detail řezu dle obr. 5 se znázorněním prvního okraje deflektoru;
 obr. 7 – řez v rovině XZ deflektorem dle předkládaného technického řešení se znázorněním přímk P a P' a vzdálenostmi mezi koncovými body tvořících křivek a rovinou YZ .

15

Příklad uskutečnění technického řešení

- 20 V tomto příkladu popsany deflektor turbíny je určený pro parní turbínu, která má spodní odvod pracovní tekutiny z vnějšího tělesa do kondenzátoru. Deflektor obsahuje rozhraní 6 v podobě příruby 1 se středovým otvorem. Příruba 1 je na jedné své straně opatřena vnitřní dosedací plochou 4 v rovině YZ pro připevnění k výstupu 2 z vnitřního tělesa turbíny. Dále je příruba 1 opatřena vnější plochou 5, ke které je připevněný límec 3 se zvětšujícím se průřezem středového otvoru.

- 25 Tvar límce 3 je v příčném řezu popsán množinou obecných tvořících křivek k tvořících vnitřní povrch límce 3. Deflektor má nerotační tvar definovaný tak, že profil límce 3 v řezu v rovině XZ je osově nesouměrný podle roviny XY a je odlišný od příčného řezu v rovině XY . Řez v rovině XZ je zde řez vertikální, zatímco řez v rovině XY je řez horizontální. Jednotlivé, vzájemně odlišné, příčné řezy profilu límce 3 na sebe v obvodovém směru roviny YZ plynule navazují.

30

Průsečík roviny XY s rovinou XZ v rovině YZ je geometrickým středem kruhového středového otvoru příruby 1 v podélné ose O turbíny a deflektoru. V kterémkoliv příčném řezu procházejícím podélnou osou O turbíny a deflektoru platí tyto skutečnosti:

- 35 - počáteční bod $X0$ obecné tvořící křivky k leží v místě průniku límce 3 a rozhraní 6;
 - koncový bod $X2$, který je koncovým bodem obecné tvořící křivky k , má ze všech bodů dané obecné tvořící křivky k největší vzdálenost od podélné osy O turbíny a deflektoru;
 - mezilehlý bod $X1$ mezi počátečním bodem $X0$ a koncovým bodem $X2$, který má kolmou vzdálenost od roviny YZ největší ze všech bodů obecné tvořící křivky k , má vzdálenost od
 40 podélné osy O turbíny a deflektoru větší, než je vzdálenost počátečního bodu $X0$ a menší, než je vzdálenost koncového bodu $X2$.

- Vzdálenost koncového bodu $X2$ obecné tvořící křivky k prvního (zde horního) okraje 31 límce 3 od roviny XY je menší, než vzdálenost koncového bodu $X2$ obecné tvořící křivky k druhého (zde
 45 spodního) okraje 32 límce 3.

- Přímka P proložená v rovině XZ koncovým bodem $X2$ obecné tvořící křivky k prvního okraje 31 límce 3 a koncovým bodem $X2$ obecné tvořící křivky k druhého okraje 32 límce 3 je nerovnoběžná s vnitřní dosedací plochou 4 příruby 1 v rovině YZ .

50

Přímka P' proložená v rovině XZ mezilehlým bodem $X1$ obecné tvořící křivky k prvního okraje 31 límce 3 a mezilehlým bodem $X1$ obecné tvořící křivky k druhého okraje 32 límce 3 je nerovnoběžná s vnitřní dosedací plochou 4 příruby 1 v rovině YZ .

V rovině $\underline{XZ}$ je kolmá vzdálenost $\underline{C1}$ mezi koncovým bodem $\underline{X2}$ obecné tvořící křivky $\underline{k}$ prvního okraje $\underline{31}$ límce $\underline{3}$ a rovinou $\underline{YZ}$ menší, než kolmá vzdálenost $\underline{C2}$ mezi koncovým bodem $\underline{X2}$ obecné tvořící křivky $\underline{k}$ druhého okraje $\underline{32}$ límce $\underline{3}$ a rovinou $\underline{YZ}$.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Deflektor turbíny obsahující límec (3) mající základnu s kruhovým středovým otvorem tvořící rozhraní (6) pro připevnění deflektoru k výstupu (2) z vnitřního tělesa turbíny, přičemž toto rozhraní (6) určuje rovinu (YZ) kolmou k podélné ose (O) turbíny a deflektoru, **vyznačující se tím**, že límec (3) je těleso nerotačního tvaru z plochého profilu, které je souměrné nebo nesouměrné podle vertikální roviny (XZ) proložené podélnou osou (O) turbíny a deflektoru, kolmé na rovinu (YZ), přičemž volný okraj tohoto plochého profilu odlehlý od rozhraní (6) je v radiálním směru, ve směru od podélné osy (O) turbíny a deflektoru, vytvarován do proměnného průřezu límce (3), přičemž proměnný průřez límce (3) je v množině radiálních rovin, procházejících podélnou osou (O) turbíny a deflektoru, tvořen množinou tvořících křivek (k) tvaru měnícího se v závislosti na konkrétním místě obvodu límce (3), kde všechny jednotlivé, vzájemně odlišné profily límce v množině řečených radiálních rovin na sebe v obvodovém směru roviny (YZ) plynule navazují a každá z této množiny tvořících křivek (k) tvoří vnitřní povrch límce (3) a má:

- počáteční bod (X0) ležící na rozhraní (6),
- koncový bod (X2), který má ze všech bodů dané tvořící křivky (k) největší vzdálenost od podélné osy (O) turbíny a deflektoru,
- a mezilehlý bod (X1), jehož vzdálenost od podélné osy (O) turbíny a deflektoru je větší než vzdálenost počátečního bodu (X0) a menší než vzdálenost koncového bodu (X2),

přičemž tento mezilehlý bod (X1) je zároveň jediným bodem příslušné tvořící křivky (k), v němž je tečna této tvořící křivky (k) rovnoběžná s rovinou (YZ), a kolmá vzdálenost mezilehlého bodu (X1) od roviny (YZ) je největší ze všech bodů dané tvořící křivky (k), a proměnný průřez límce (3) se v axiálním směru, ve směru od rozhraní (6) k mezilehlým bodům (X1) tvořících křivek (k), zvětšuje tak, že límec má trychtýřovitý tvar rozšiřující se směrem od rozhraní (6),

přičemž řez deflektorem v rovině (XZ) je osově nesouměrný podle roviny (XY) proložené podélnou osou (O) turbíny a deflektoru, která je kolmá na roviny (XZ, YZ), a zároveň je odlišný od řezu v rovině (XY), koncové body (X2) dvou tvořících křivek (k) v rovině (XZ) leží na přímce (P) koncových bodů (X2), která je různoběžná vůči rovině (YZ), a rovina (YZ) tak obsahuje průsečík s přímkou (P) koncových bodů (X2), kde přímka (P) koncových bodů (X2) svírá s rovinou (YZ) ostrý úhel (α), přičemž v rovině (XZ) je na prvním okraji (31) límce (3) kolmá vzdálenost (C1) mezi koncovým bodem (X2) tvořící křivky (k) a rovinou (YZ) menší, než kolmá vzdálenost (C2) mezi koncovým bodem (X2) tvořící křivky (k) protilehlého druhého okraje (32) límce (3) a rovinou (YZ), a mezilehlé body (X1) dvou tvořících křivek (k) v rovině (XZ) leží na přímce (P') mezilehlých bodů (X1), která je rovněž různoběžná vůči rovině (YZ), a rovina (YZ) tak obsahuje průsečík s přímkou (P') mezilehlých bodů (X1), a přímka (P') mezilehlých bodů (X1) rovněž svírá s rovinou (YZ) ostrý úhel (α').

2. Deflektor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že v rovině (XZ) je kolmá vzdálenost koncového bodu (X2) prvního okraje (31) límce (3) od roviny (XY) menší, než kolmá vzdálenost koncového bodu (X2) druhého okraje (32) límce (3).

3. Deflektor podle kteréhokoliv z předešlých nároků 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že alespoň na druhém okraji (32) límce (3) je v rovině (XZ) část obecné tvořící křivky (k) z počátečního bodu (X0) směrem k mezilehlému bodu (X1) s nulovou křivostí s konečnou délkou a je kolmá na rovinu (YZ).

4. Deflektor podle kteréhokoliv z předešlých nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že rozhraní (6) je opatřeno přírubou (1) se středovým otvorem, kde příruba (1) je opatřena vnitřní dosedací plochou (4) v rovině (YZ) pro připevnění k výstupu (2) z vnitřního tělesa turbíny, a vnější plochou (5), kterou je připevněna k límci (3).

Seznam vztahových značek:

1 – příruba

2 – výstup z vnitřního tělesa turbíny

3 – límec

4 – dosedací plocha příruby

5 – vnější plocha příruby

6 – rozhraní

31 – první okraj límce

32 – druhý okraj límce

k – obecná tvořící křivka

O – podélná osa turbíny a deflektoru

P – přímka koncových bodů

P' – přímka mezilehlých bodů

X0 – počáteční bod obecné tvořící křivky

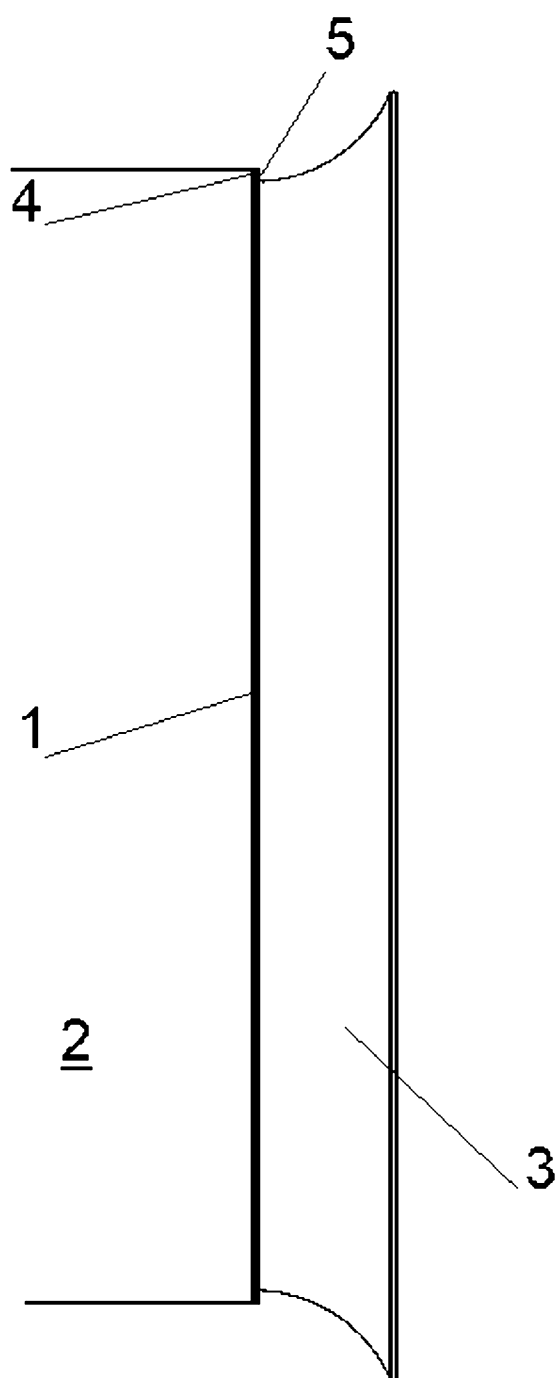
X1 – mezilehlý bod obecné tvořící křivky

X2 – koncový bod obecné tvořící křivky

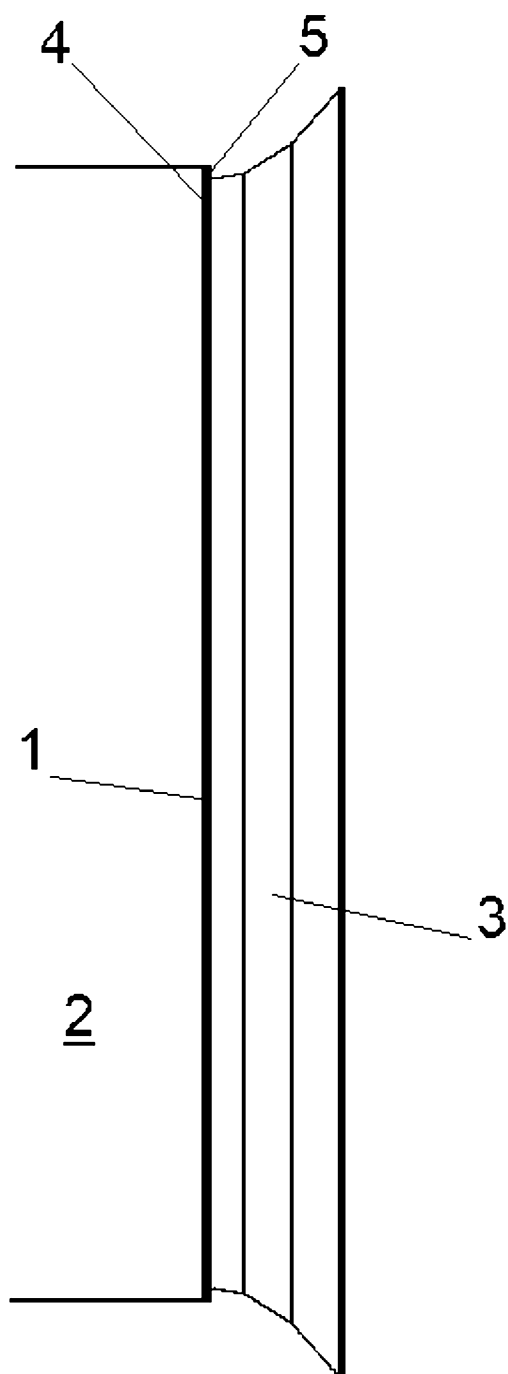
α – úhel mezi přímkou P koncových bodů a rovinou YZ

α' – úhel mezi přímkou P' mezilehlých bodů a rovinou YZ

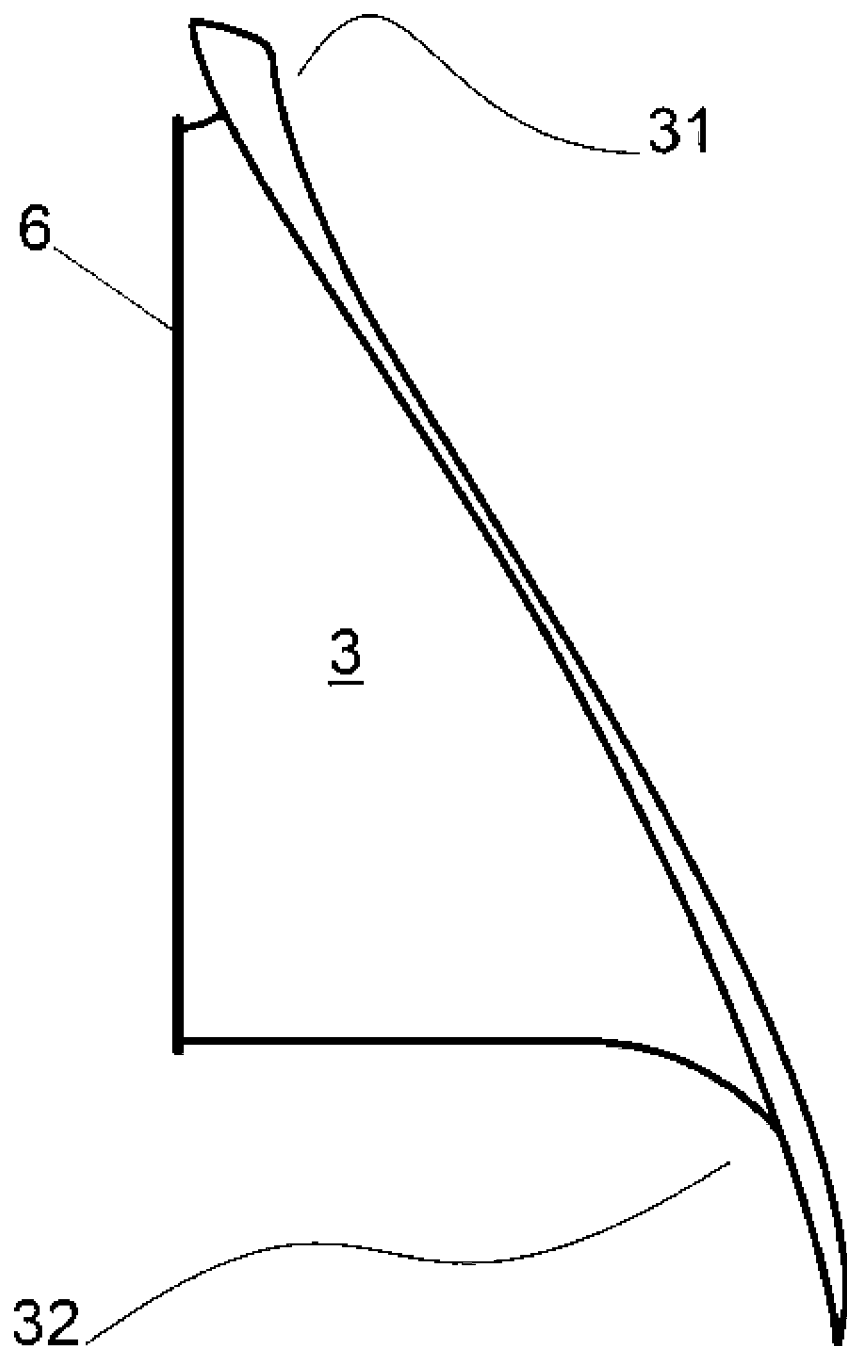
XY, XZ, YZ – roviny vycházející z kartézských souřadnic x, y, z



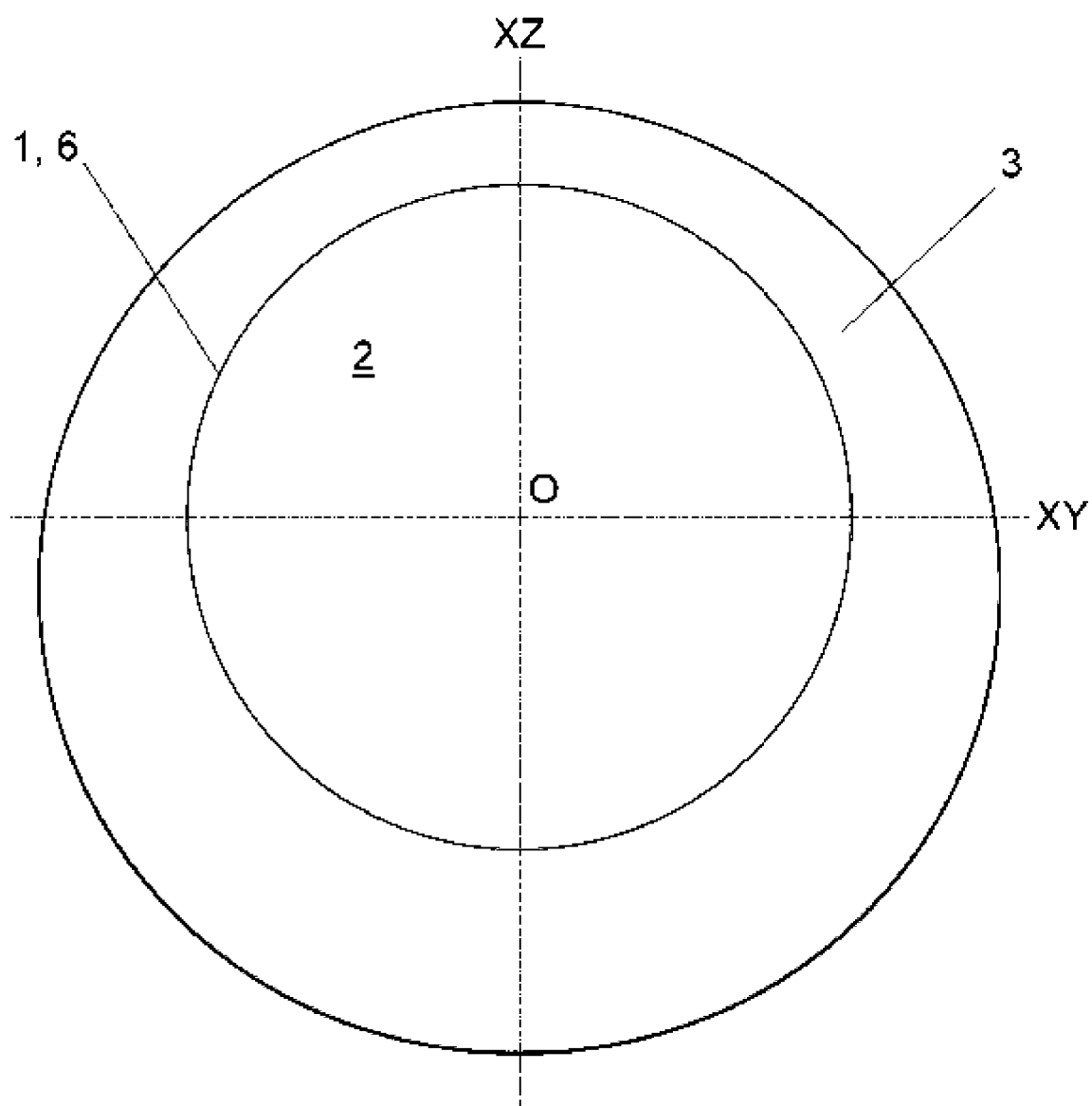
Obr. 1



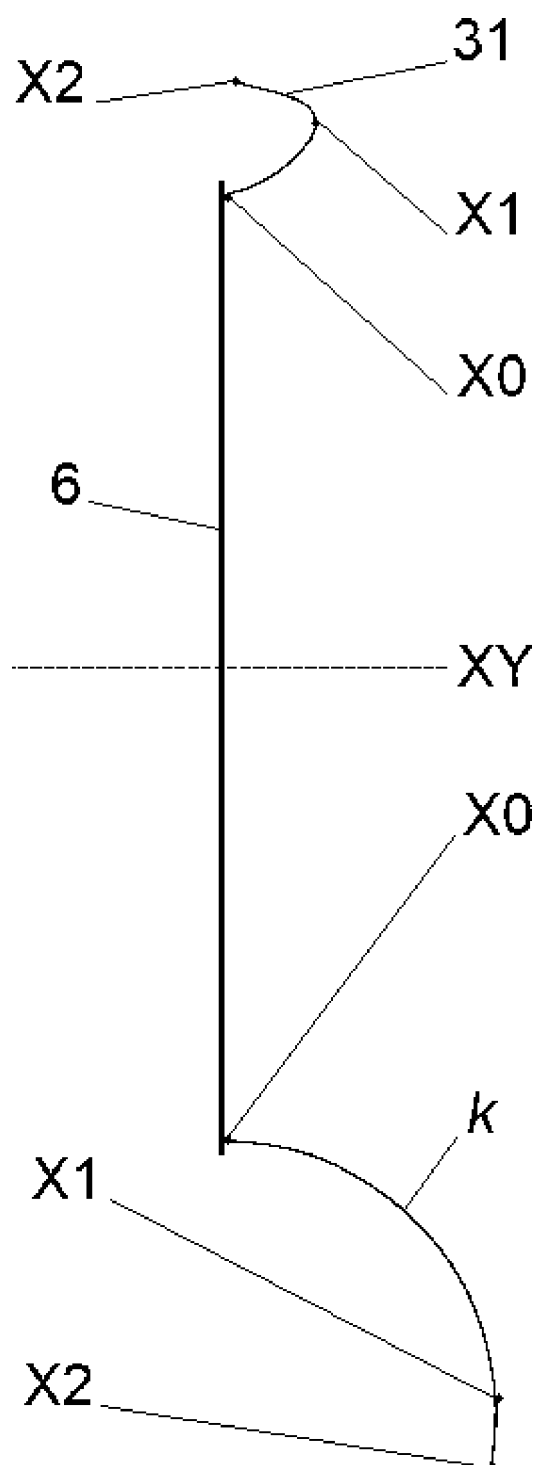
Obr. 2



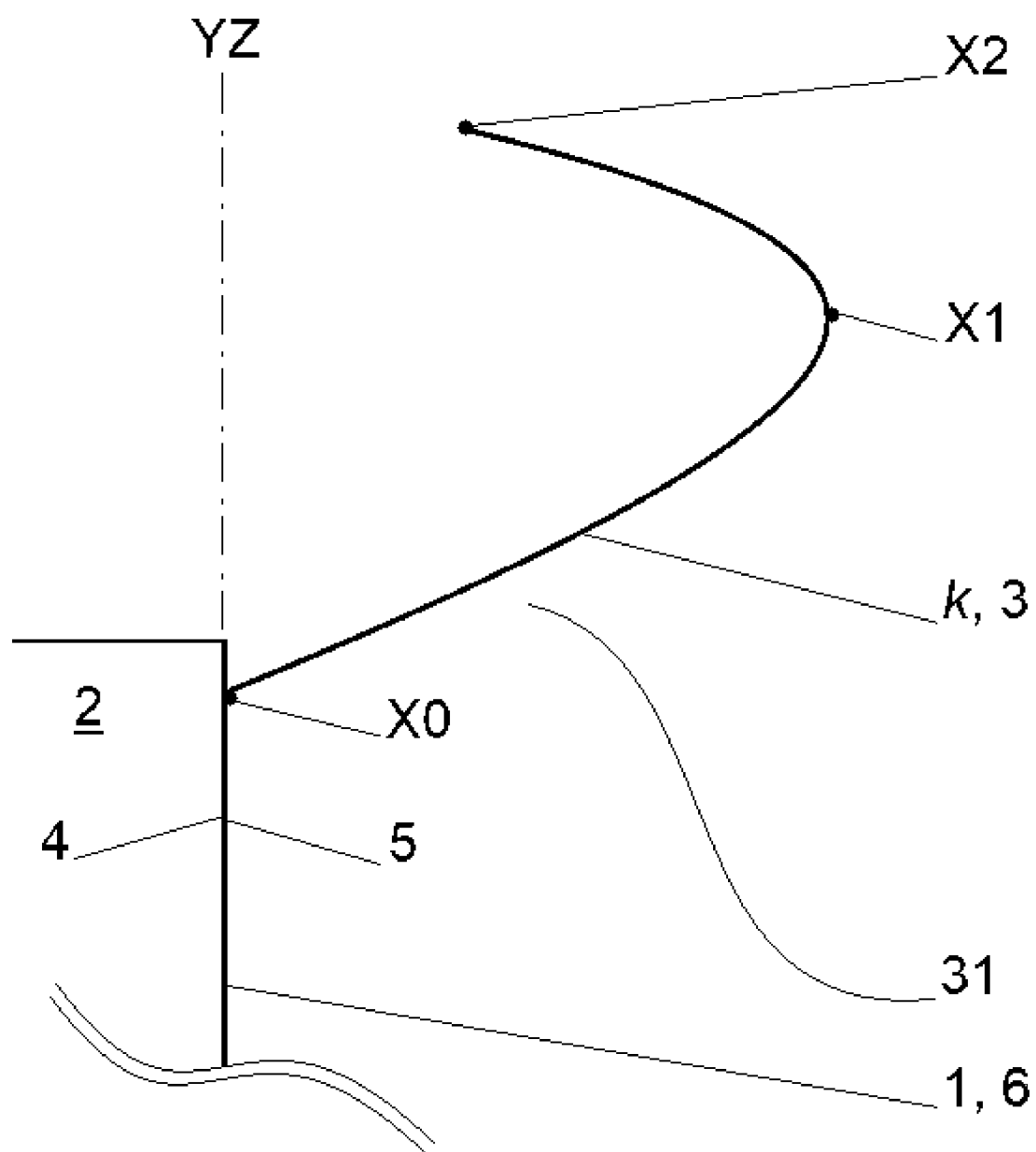
Obr. 3



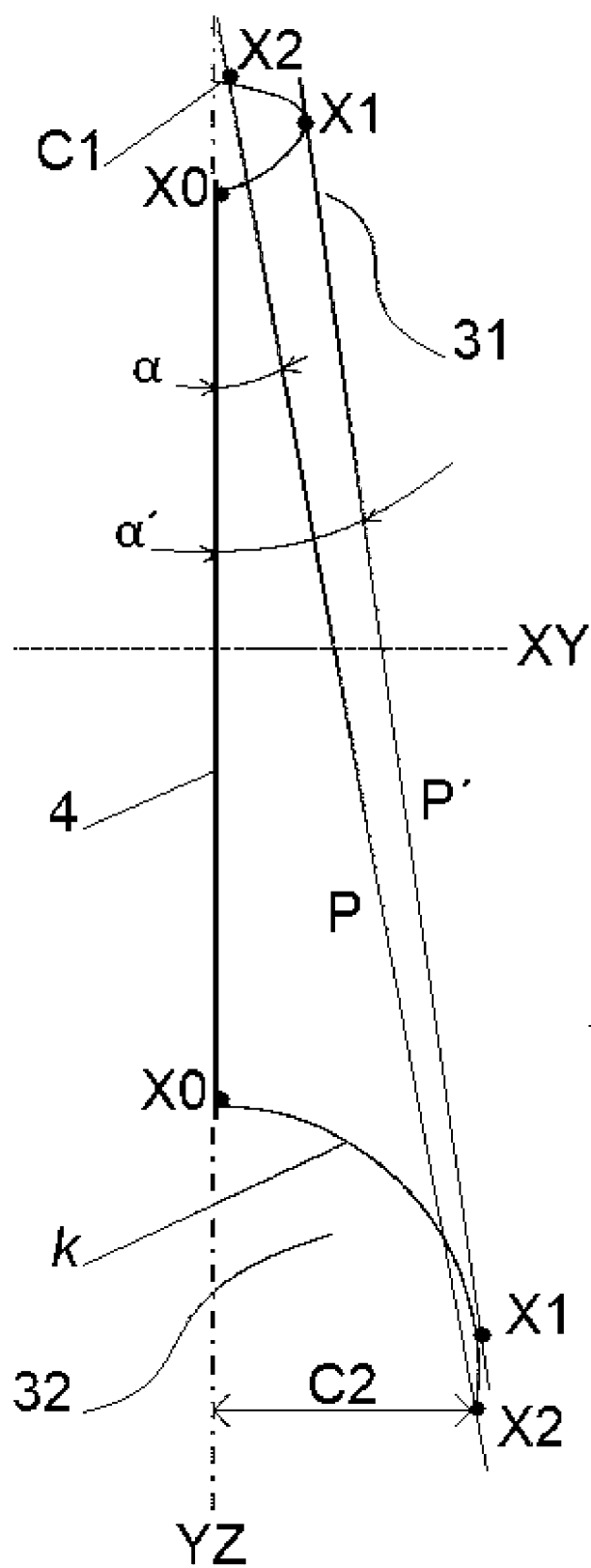
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7