

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2023-65

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

B22C 9/08 (2006.01)

B22D 35/04 (2006.01)

B22D 9/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **20.02.2023**

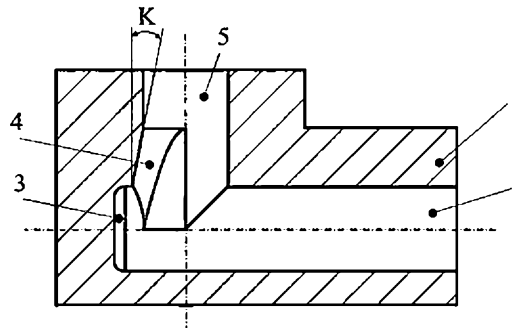
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **15.11.2023**

(Věstník č. 46/2023)

(71) Přihlašovatel:
TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a. s., Třinec, Staré
Město, CZ

(72) Původce:
Ing. Lukáš Bednár, Mosty u Jablunkova, CZ

(74) Zástupce:
Advokátní kancelář Kadlubiec, Starzyk a partneři,
s.r.o., Mgr. Ondřej Kadlubiec, advokát, Husova
401, 739 61 Třinec, Staré Město



(54) Název přihlášky vynálezu:
**Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli
do kokily**

(57) Anotace:
Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily pro přívod oceli ze vtokové soustavy do kokily u odlévání oceli do kokil spodem je určen pro odlévání ocelových ingotů a sestává ze základního tělesa (1) vtoku, v jehož horizontální rovině je vytvořen horizontální průtokový kanál (2) opatřený tvarovým zakončením (3). Na horizontální průtokový kanál (2) plynule navazuje vertikální průtokový kanál skládající se z částečně rozšířené oblasti (4) lineárního průběhu o úhlu sklonu (K), případně nelineárního průběhu, a přímé oblasti (5) půlkruhového nebo částečně oválného průřezu kolmé na horizontální průtokový kanál (2), přičemž tyto oblasti vytváří na výstupu vertikálního průtokového kanálu do kokily kruhový nebo oválný průřez, který může být dále prodloužen ve směru ke kokile.

Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily

Oblast techniky

5

Vynález se týká výroby oceli – odlévání ocelových ingotů, konkrétně pak vtoku, který je součástí vtokové soustavy, sloužící pro přívod tekuté oceli do kokily během procesu odlévání oceli spodem.

10

Dosavadní stav techniky

Vtoková soustava slouží k přívodu tekuté oceli do kokil během odlévání ocelových ingotů spodem. U tohoto způsobu odlévání oceli dochází k odlévání buď jednoho, nebo vícero ingotů najednou, a to na principu spojitých nádob, kdy se ocel vlévá do nálevky umístěné na licím kůlu a pomocí vtokové soustavy je následně rozvedena do jednotlivých kokil. Vtoková soustava se skládá z vhodně uspořádaných dutých žáruvzdorných tvárnic, které mají vyústění ve dně kokily.

Prvním komponentem vtokové soustavy je již zmíněná nálevka, na kterou navazuje licí kůl, který je vnitřně vyzděn svisle uloženými dutými žáruvzdornými tvárnicemi a ukončen dutou žáruvzdornou tvárnici tvaru hvězdy, která následně rozvádí ocel do jednotlivých horizontálních licích kanálků. Tyto komponenty jsou taktéž tvořeny dutými žáruvzdornými tvárnicemi umístěnými v licí desce. Jednotlivé horizontální licí kanálky jsou ukončeny posledním komponentem vtokové soustavy, a to vtokem, který vytváří spojení mezi licími kanálky a dnem kokil.

Vtok, spojující vtokovou soustavu s kokilou, představuje poslední technickou součást vtokové soustavy, kterou lze ovlivnit proudění oceli a tím i konečnou jakost odlitého ingotu. Vhodný tvar vtoku, případně i místo jeho zaústění v kokile, ovlivňuje průběh plnění oceli v kokile, kvalitu výsledného ingotu i samotné opotřebení kokil. Ocel proudící vtokovou soustavou má díky své velké rychlosti turbulentní charakter, což vytváří v prvních fázích plnění kokily nežádoucí rozstřík a excentrické odklonění proudu oceli ve směru ke vzdálenější straně kokily od licího kůlu. Dosahuje-li tento prvotní rozstřík až na stěnu kokily, dochází k jejímu opotřebení a riziku tvorby povrchových vad odlévaného ingotu, zejména šupin. V okamžiku, kdy dojde k ukončení prvotního rozstříku oceli, nastává druhá fáze plnění kokily, která je charakteristická vlněním a vzdouváním stále se zvyšující hladiny oceli v kokile. V této fázi může nadměrné vzdouvání a vlnění inicializovat vznik dalších povrchových vad odlévaného ingotu, jako jsou např. zavaleniny a trhliny, a způsobovat strhávání licího prášku (který slouží jako krycí struska hladiny a mazivo vnitřních stěn kokily) do objemu oceli. V poslední fázi plnění kokily dochází k dolití ingotu s charakteristickým prouděním oceli jen ve spodních částech kokily.

Minimalizace intenzity a rozsahu prvotního rozstříku oceli, zajištění plynule stoupající hladiny a přívětivého proudění oceli v kokile lze dosáhnout vhodným tvarem vtoku. Nejběžněji používaným vtokem je přímý vtok, který se vyznačuje jednoduchostí pro výrobu. Použití daného typu vtoku způsobuje velký prvotní rozstřík oceli a zvýšené vzdouvání hladiny lité oceli v kokile s tendencí jejího obnažování. Tyto problémy částečně řeší difúzní vtok, jehož vnitřní průřez se rozšiřuje svisle ve směru ke kokile v určitém sklonu. Difúzní vtok díky svému sklonu vychýlí proud oceli směrem ke vzdálenější stěně kokily od licího kůlu, čímž dochází ke zmírnění vypouklosti stoupající hladiny lité oceli, tedy k jejímu zrovnoměrnění. Nevýhodou však může být nasměrování prvotního rozstříku až na stěnu kokily, případně přílišné vyosení proudu oceli v následných fázích plnění, což může negativně ovlivňovat tvorbu licí kůrky v daném místě a způsobovat s tím spojené povrchové vady odlévaného ingotu, případně v místě rozstříku zvyšovat opotřebení stěny kokily.

Další tvarovou variantou vtoku je tangenciální vtok, který se skládá z tangenciální části a svislé části. Tento vtok zvětšuje čas setrvání oceli ve vtoku vlivem vytvoření vířivých proudů, čímž dokáže snížit počáteční rozstřík oceli. Některé varianty tohoto vtoku jsou opatřeny i divergentní zónou v oblasti přechodu svislé části vtoku v tangenciální část. Dohledatelné zdroje ale uvádějí,

že takto realizovaný vtok vytváří vzduchový vír ve své svislé části a vysokou tangenciální rychlost poblíž stěn vtoku, což zvyšuje erozivní působení proudu oceli na daný žáruvzdorný materiál vtoku a riziko tvorby exogenních vměstků v odlévaném ingotu. Kromě této tvarové varianty vtoku jsou známy i další tvarové varianty vtoku, jejich používání však není běžné a pro účely tohoto dokumentu nejsou relevantní.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody dosavadního stavu techniky v této oblasti jsou do značné míry odstraněny předmětným vynálezem, tedy vtokem s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily, určeným pro přívod oceli do kokily při odlévání oceli do kokil spodem. Podstata předmětného vynálezu spočívá v tom, že vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily sestává ze základního tělesa vtoku, ve kterém je vytvořen vnitřní horizontální průtokový kanál kruhového průřezu opatřený miskovitým tvarovým zakončením, který se na výtokové straně napojuje na tvarově vhodně uzpůsobenou vertikální část průtokového kanálu napojující vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily ke kokile.

Miskovitým tvarovým zakončením horizontálního průtokového kanálu se snižuje dynamický ráz proudící oceli a usměrňuje proud oceli z horizontálního průtokového kanálu do vertikálního průtokového kanálu vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily, čímž se vytváří podmínky pro plynulejší proudění oceli a zároveň se mírně sníží rychlost proudu oceli vystupujícího z vtoku, což v důsledku vede k symetričtějšímu a přímějšímu charakteru proudění oceli v kokile během jednotlivých fází plnění. Zároveň miskovité tvarové zakončení horizontálního průtokového kanálu slouží jako místo pro zachycení nekovových vměstků vznikajících erozivním a korozivním působením oceli proudící vtokovou soustavou zejména v počátcích odlévání ocelových ingotů spodem.

Vertikální část průtokového kanálu vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily je na výstupu do kokily kruhového, případně oválného průřezu, přičemž tento neproměnlivý průřez si ve své vertikální ose směrem do základního tělesa vtoku zachovává pouze na jedné polovině, a to na polovině, která je blíže ve směru proudění oceli od lícího kůlu. Protilehlá polovina má ve svislé ose směrem do základního tělesa vtoku částečně rozšířenou oblast lineárního průběhu s určitým úhlem sklonu, případně nelineárního průběhu.

Po vytvoření kruhového, případně oválného průřezu na výstupu vertikálního průtokového kanálu může být přímá oblast vertikálního průtokového kanálu prodloužena až nad částečně rozšířenou oblast lineárního, případně nelineárního průběhu vertikálního průtokového kanálu ve směru do kokily. Takto prodloužená přímá oblast je charakteristická přímým neproměnlivým kruhovým, případně oválným průřezem a slouží pro dodatečné usměrnění vystupujícího proudu oceli z vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily.

Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily s kruhovým vyústěním vertikálního průtokového kanálu je vhodný pro odlévání všech tvarů ingotů kromě bramových ingotů, pro které je vhodnější použít vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily s vyústěním oválného průřezu. Obě varianty vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily vhodně usměrňují prvotní rozstřík oceli a zajišťují optimální požadovaný celkový charakter proudění oceli v kokile a zabezpečují lepší podmínky pro vyplouvání vměstků a jejich následné zachycení v lícím prášku. Tímto je dosaženo u ingotů odlitých pomocí tohoto vtoku lepších povrchových kvalit i mikročistoty. V neposlední řadě při použití tohoto vtoku nedochází k nadměrnému

lokálnímu opotřebení kokil a asymetrickému tuhnutí z důvodu neadekvátního proudění oceli v kokile.

5 Objasnění výkresů

Vynález bude dále blíže objasněn pomocí výkresů konkrétních příkladů provedení částečně divergentního vtoku, ve kterých znázorňuje:

- 10 obr. 1 příklad provedení vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily v bokorysném řezu;
- obr. 2 příklad provedení vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily v půdorysu;
- 15 obr. 3 ukázka prvotního rozstříku oceli s využitím příkladného provedení vynálezu;
- obr. 4 ukázka průběhu plnění kokily ocelí v jednotlivých fázích s využitím příkladného provedení vynálezu; a
- 20 obr. 5 ukázka konečného charakteru proudění oceli v kokile s využitím příkladného provedení vynálezu.

Příklady uskutečnění vynálezu

- 25 Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily v příkladném provedení vynálezu, zobrazeném na obr. 1 a 2, pro přívod oceli do kokily při odlévání ocelových ingotů spodem, sestává ze základního tělesa 1 vtoku, které je tvořeno horizontálním průtokovým kanálem 2 kruhového průřezu, jehož konec je opatřen miskovitým tvarovým zakončením 3. Spojení mezi
- 30 horizontálním průtokovým kanálem 2 a kokilou zajišťuje vertikální část průtokového kanálu vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily, která je tvořena částečně rozšířenou oblastí 4 lineárního průběhu a přímou oblastí 5.

- 35 Tvarové zakončení 3 horizontálního průtokového kanálu 2 je miskovitého tvaru, jehož vhodný rádius na spojení s horizontálním průtokovým kanálem 2 napomáhá plynulejšímu proudění a lepšímu usměrnění proudu oceli do částečně rozšířené oblasti 4 lineárního průběhu a přímé oblasti 5 vertikálního průtokového kanálu.

- 40 Vertikální průtokový kanál vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily má na výstupní straně kruhový průřez. Tento průřez se od místa napojení částečně rozšířené oblasti 4 lineárního průběhu a přímé oblasti 5 ve vertikální ose směrem dolů dělí na dvě poloviny. První polovina, přímá oblast 5, která je bližší ve směru proudění oceli od lícího kůlu, má přímý neproměnlivý tvar půlkruhu a plynule se napojuje na horizontální průtokový kanál 2 kruhového průřezu, se kterým svírá pravý úhel a sahá až do poloviny horizontálního průtokového kanálu 2.
- 45 Protilehlou polovinu, která je vzdálenější ve směru proudění oceli od lícího kůlu, tvoří částečně rozšířená oblast 4 lineárního průběhu o úhlu sklonu K. Úhel sklonu K představuje úhel, který svírá částečně rozšířená oblast 4 lineárního průběhu vertikálního průtokového kanálu s horizontálním průtokovým kanálem 2. Tímto napojením o úhlu sklonu K jsou boční stěny částečně rozšířené oblasti 4 lineárního průběhu ve směru proudění oceli ve tvaru žraločích ploutví, které sahají od výstupního kruhového průřezu vtoku s účinkem usměrněného přívodu
- 50 oceli do kokily až po střed horizontálního průtokového kanálu 2.

Nad místem spojení částečně rozšířené oblasti 4 lineárního průběhu a přímé oblasti 5 vertikálního průtokového kanálu, kde dojde k vytvoření kruhového průřezu vertikálního průtokového kanálu,

dochází k prodloužení přímé oblasti 5, přičemž v této prodloužené oblasti má přímá oblast 5 neproměnlivý kruhový průřez kolmý na horizontální průtokový kanál 2.

- 5 Z obr. 3, 4 a 5 jsou patrné jednotlivé fáze proudění oceli v kokile během plnění kokily ocelí při použití vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle příkladného provedení vynálezu. Zobrazené výsledky byly získány za pomoci numerického modelování procesu odlévání kruhových ocelových ingotů spodem, a to při náběhové rychlosti liti $1500 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ a ustálené rychlosti liti $930 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$.
- 10 Obr. 3 znázorňuje počáteční rozstřík proudu oceli během začátku odlévání oceli do kokil spodem. Jak je z tohoto obrázku patrné, počáteční rozstřík je největší v 11 s a má výhodný tvar i usměrnění, jelikož nedosahuje na stěnu kokily a nedochází k jeho přílišnému excentrickému vychýlení.
- 15 Obr. 4 zachycuje průběh a charakter proudění oceli v kokile během následující fáze plnění. Z obr. 4 je patrné, že proud oceli vystupující z vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle příkladného provedení vynálezu má kolmý charakter proudění na stoupající hladinu oceli v kokile během plnění. Na obr. 4 a) lze vidět vytvoření takzvaného hrbu, který se již na obr. 4 b) ve 30 s liti začíná uklidňovat a přecházet v klidnou stoupající hladinu se symetrickým
- 20 charakterem proudění, které je dále zachyceno na obr. 4 c), d), e) a f).

Konečný charakter proudění oceli v kokile během jejího dolévání je znázorněn na obr. 5. V této fázi probíhá proudění oceli v kokile především v její spodní části. Lze vidět, že vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle příkladného provedení vynálezu vytváří v kokile

25 příznivý symetrický charakter proudění oceli po celé její výšce.

Výhody vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle vynálezu se plně projevily při testování příkladného provedení, kdy byl tento vtok použit při numerické simulaci odlévání kruhových ocelových ingotů během procesu odlévání ocelových ingotů

30 spodem s počáteční náběhovou rychlostí liti 1500 , 2000 a $2500 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$ a ustálenou rychlostí liti 930 , 745 a $680 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$.

Průmyslová využitelnost

35 Průmyslová využitelnost vyplývá ze samotné podstaty vynálezu, který najde uplatnění v ocelářství v rámci odlévání ingotů. Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle vynálezu lze běžně využít ve vtokové soustavě pro odlévání ocelových ingotů spodem namísto dosud známých typů vtoku.

40

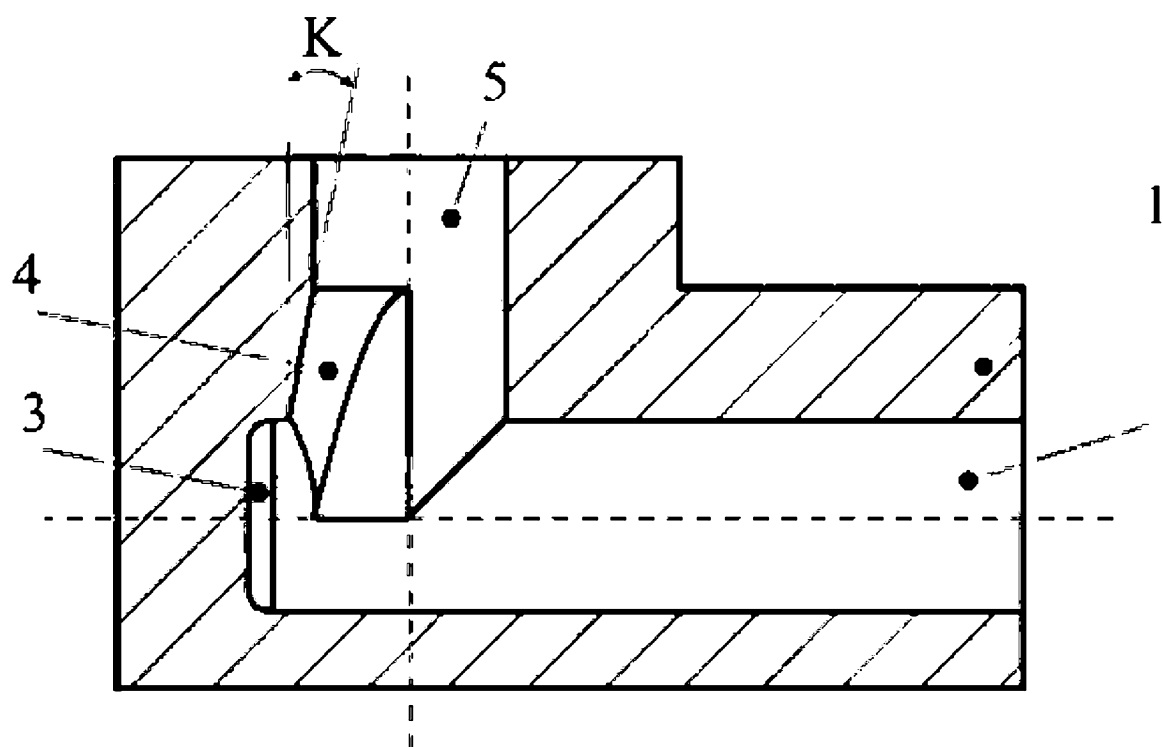
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily, určený pro přívod oceli do kokily během odlévání oceli do kokil spodem, sestávající ze základního tělesa (1) vtoku, v jehož horizontální ose je vytvořen horizontální průtokový kanál (2) opatřený na výstupní straně miskovitým tvarovým zakončením (3), **vyznačující se tím**, že na horizontální průtokový kanál (2) plynule navazuje částečně rozšířená oblast (4) a přímá oblast (5), které dohromady tvoří vertikální průtokový kanál vtoku s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily.
- 10 2. Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že částečně rozšířená oblast (4) a přímá oblast (5) vertikálního průtokového kanálu vytváří na své výstupní straně ve směru do kokily kruhový nebo oválný průřez vertikálního průtokového kanálu.
- 15 3. Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle alespoň jednoho předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že částečně rozšířená oblast (4) vertikálního průtokového kanálu se při rozdělení výstupního kruhového nebo oválného průřezu vertikálního průtokového kanálu nachází na vzdálenější polovině vertikálního průtokového kanálu ve směru proudění oceli od licího kůlu a má lineární průběh o úhlu sklonu (K) nebo nelineární průběh.
- 20 4. Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle alespoň jednoho předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že přímá oblast (5) vertikálního průtokového kanálu se při rozdělení výstupního kruhového nebo oválného průřezu vertikálního průtokového kanálu nachází na bližší polovině vertikálního průtokového kanálu ve směru proudění oceli od licího kůlu a má půlkruhový nebo částečně oválný průřez, který je kolmý na horizontální průtokový kanál (2).
- 25 5. Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle alespoň jednoho předcházejícího nároku, **vyznačující se tím**, že po vytvoření výstupního kruhového nebo oválného průřezu vertikálního průtokového kanálu je přímá oblast (5) vertikálního průtokového kanálu prodloužena vertikálně ve směru ke kokile, přičemž v této prodloužené oblasti má neproměnlivý kruhový nebo oválný průřez.
- 30 6. Vtok s účinkem usměrněného přívodu oceli do kokily podle alespoň jednoho předcházejícího nároku 1, 2, 3 a 4, **vyznačující se tím**, že po vytvoření výstupního kruhového nebo oválného průřezu vertikálního průtokového kanálu již nedochází k prodloužení přímé oblasti (5) vertikálního průtokového kanálu vertikálně ve směru ke kokile.

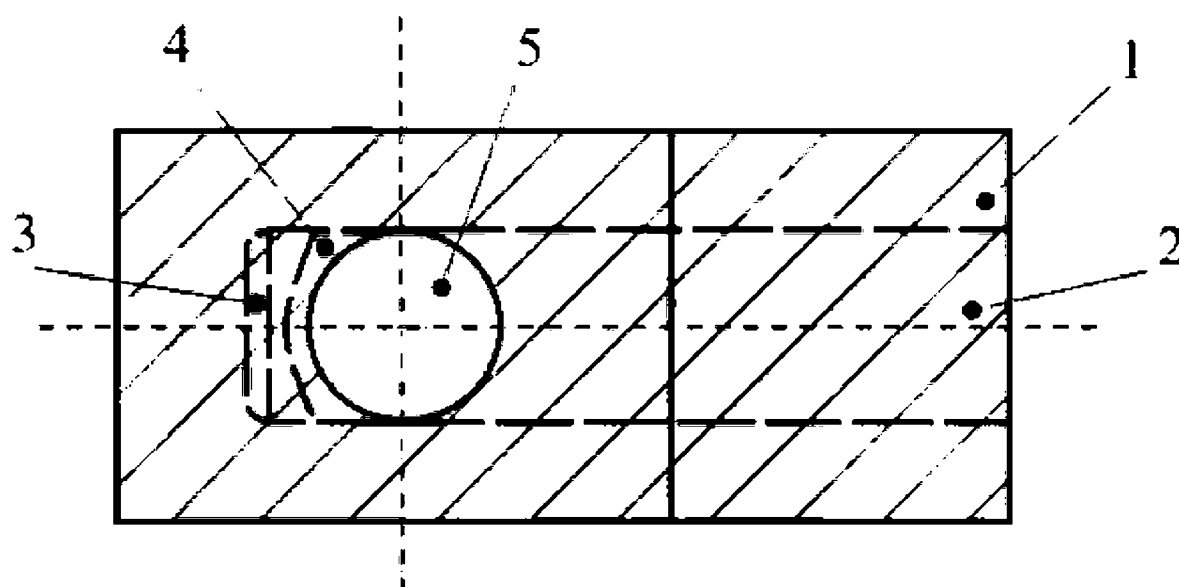
4 výkresy

Seznam vztahových značek:

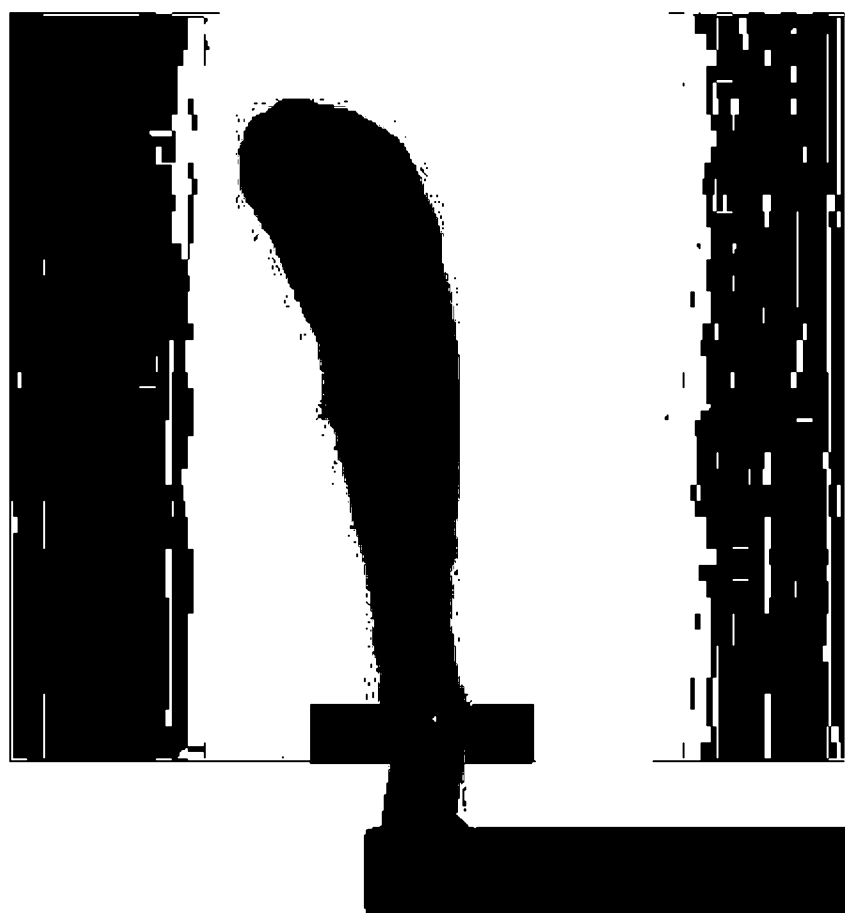
- 1 základní těleso
- 2 horizontální průtokový kanál
- 3 tvarové zakončení
- 4 částečně rozšířená oblast
- 5 přímá oblast
- K úhel sklonu



Obr. 1

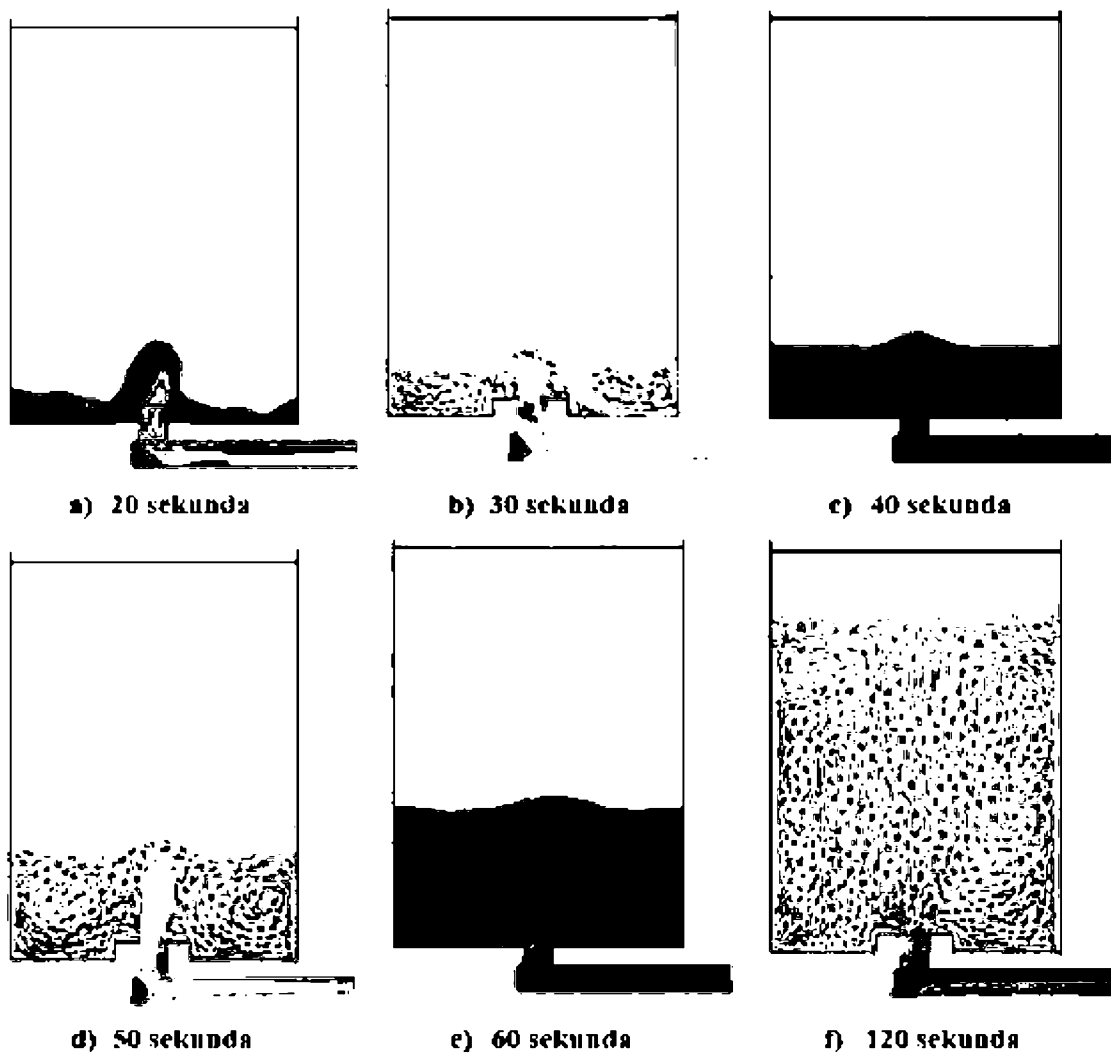


Obr. 2



11 sekunda

Obr. 3



Obr. 4



641 sekunda

Obr. 5