



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

265716

(11) (B1)
(13)

(51) Int. Cl.⁴

B 01 D 9/00
G 03 C 1/02

(22) Přihlášeno 28 08 87

(21) PV 6303-87.F

(40) Zveřejněno 10 02 89

(45) Vydáno 13 04 90

(75)
Autor vynálezu

STÁVEK JIŘÍ ing. CSc., KOBYLÍ na Moravě, FOŘT IVAN ing. CSc.,
ŠÍPEK MILAN doc. ing. CSc., NÝVLŤ JAROSLAV ing. DrSc., PRAHA,
MAREŠ MIROSLAV ing., MICHALIČKA JIŘÍ ing., VALUŠ JOSEF ing. CSc.,
FIX LADISLAV, HRADEC KRÁLOVÉ

(54) Mechanicky promíchávaný krystalizátor

(57) Mechanicky promíchávaný krystalizátor, opatřený zarážkami, axiálním rychloběžným míchadlem, usměrňovačem toku, profilovaným dnem a prstencovými segmenty, u kterého se s rostoucí výškou hladiny vsádky zvětšuje i výška usměrňovače toku a frekvence otáčení rychloběžného míchadla. Kombinace těchto prvků lze připravit řízenou krystalizací srážením soubory krystalů s extrémně úzkou distribuční funkcí velikostí částic.

Vynález se týká zařízení pro přípravu krystalů málorozpustných sloučenin řízenou krystalizací srážením.

Řízená krystalizace srážením představuje důležitou operaci pro přípravu materiálů s novými vlastnostmi. Přednosti uvedeného vynálezu budou dokumentovány na systému halogenidostříbrných fotografických emulzí připravených řízenou krystalizací srážením.

Z důležitých faktorů, které musí být kontrolovány při řízené krystalizaci srážením, se jedná především o: rychlost přítoku reaktantů, koncentraci stříbrných iontů (pAg), koncentraci vodíkových iontů (pH), koncentraci a vzájemný poměr halogenidových iontů, stěsnání krystalů v krystalizátoru, teplotu srážení, přítomnost rozpouštědel a modifikátorů růstu, způsob smíšení reaktantů a intenzitu cirkulace vsádky v krystalizátoru. Tudiž faktory, které ovlivňují řízené srážení lze rozdělit na dvě skupiny:

1. reakční podmínky,
2. způsob smíšení reaktantů a intenzita cirkulace vsádky.

V případě řízeného srážení halogenidostříbrných emulzí je známo, že i způsob smíšení reaktantů a intenzita cirkulace míchané vsádky ovlivňuje výsledek přípravy monodisperzních kompozitních krystalů halogenidů stříbrných, kdy se požaduje:

1. extrémně úzká distribuce velikostí krystalů (monodisperzní distribuce),
2. stejný koncentrační profil halogenidů a dopantů v objemu každého krystalu halogenidů stříbrného,
3. stejný stav (morfologie, epitaxie apod.) na povrchu všech krystalů halogenidů v suspenzi.

Prvním požadavkem, kladeným na řízenou krystalizaci srážením, je příprava monodisperzních emulzí. Jako monodisperzní emulze se označují takové soubory krystalů, pokud jejich variační koeficient C_v je menší než 10 %. Variační koeficient C_v je definován:

$$C_v = \frac{\text{směrodatná odchylka}}{\text{střední velikost krystalu}} \times 100.$$

Druhým požadavkem je vytvoření stejného koncentračního profilu halogenidů a dopantů v objemu každého krystalu AgX při přípravě kompozitních krystalů, kdy koncentrační profil se mění buď plynule či skokem, přičemž tloušťka jednotlivých vrstev může být od jednotek nanometrů až ke stovkám nanometrů.

Třetím požadavkem, kladeným na řízenou krystalizaci srážením, je vytvoření stejného stavu na povrchu všech rostoucích krystalů: morfologie krystalů, epitaxie, adsorpce fotograficky aktivních látek apod.

Tyto tři podmínky lze splnit jednak nalezením vhodných reakčních podmínek, jednak provedením srážecí reakce ve vhodném aparátu.

Aparáty, navrhované pro řízené dvouproudové srážení halogenidů stříbrných lze rozdělit podle způsobu smíšení reaktantů. Rozdělení aparátů podle tohoto principu uvádí tabulka I.

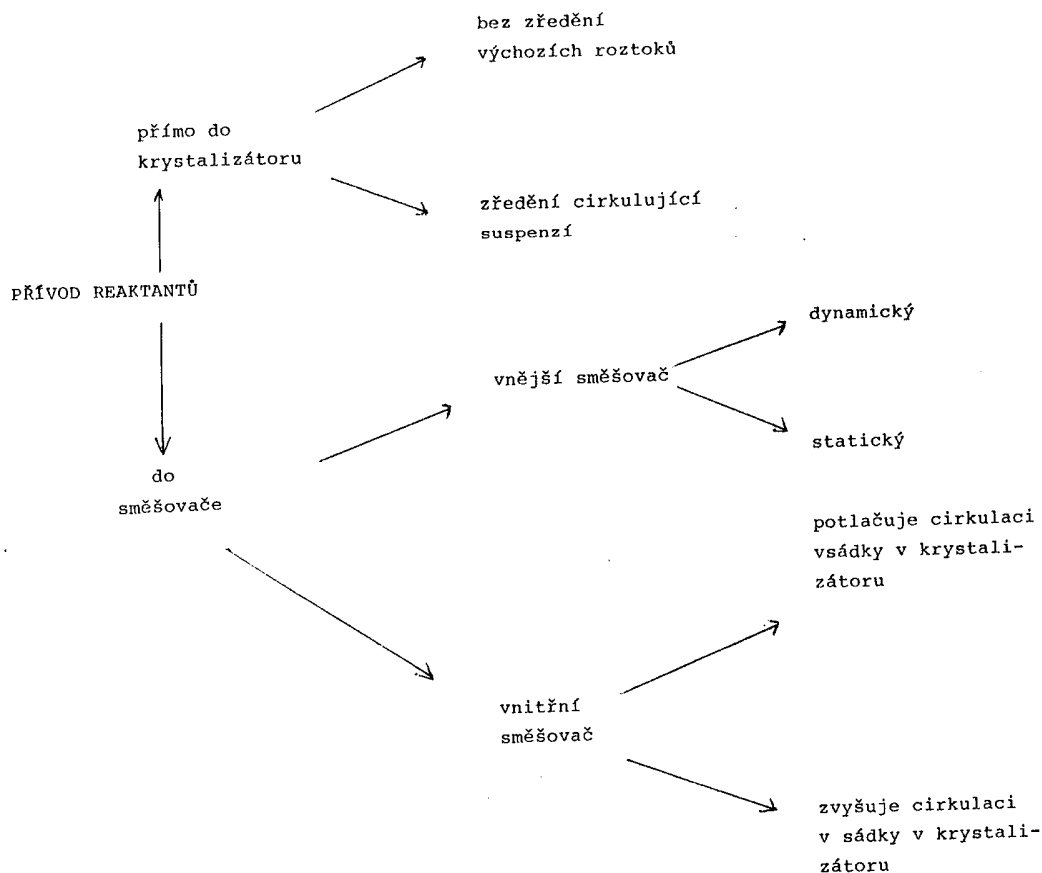
V případě přímého přítoku reaktantů do krystalizátoru dochází ke špatně definovanému smíšení reaktantů uvnitř celého objemu krystalizátoru a i málo účinné cirkulaci celého objemu vsádky. Proto se ukázalo potřebným smísit reaktanty ve směšovači.

Současný stav je charakterizován aparátem, ve kterém se reaktanty směšují ve vnitřním směšovači, jehož úkolem je zabezpečit i intenzivní cirkulaci vsádky v krystalizátoru. Krystali-

zátory s empiricky navrženými vnitřními směšovači byly uvedeny v JP 57-92 524, JP 60-201 333, JP 60-203 934 a EP 0 137 398.

T a b u l k a I

Rozdělení aparátů pro řízené srážení halogenidů stříbrných podle způsobu smíšení reaktantů



Konstrukce vnitřních směšovačů je volena tak, aby uvnitř směšovače (v primární mísící zóně) vznikla smísením reaktantů nuklea halogenidů stříbrných, která se po převodu do celkového objemu krystalizátoru (sekundární mísící zóny) rozpouštějí a růstové částice přecházejí difuzí přes fázi roztoku na povrch již existujících krystalů (Berryho model).

Řízenou krystalizaci srážením je třeba provést v takovém zařízení, které vyhoví Berryho modelu dvouproudového srážení. V prvních okamžicích srážení vznikne konstantní počet mikrokrystalů. Po dobu dalšího přítoku reaktantů je proces řízen tak, aby v místě přítoku reaktantů vznikla nestabilní nuklea, která po převodu do celkového objemu krystalizátoru se v důsledku Gibbs-Thomsonova efektu rozpouštěla a docházelo k začleňování růstových jednotek na již existující povrch stabilních krystalů.

V publikované literatuře, která se týká řízeného srážení málorozpustných sloučenin však nejsou uvedeny takové tvary vnitřních směšovačů, které v kombinaci s tvarem nádoby mohou zabezpečit dokonalé smíšení reaktantů a zároveň intenzivní cirkulaci celého objemu míchané vsádky.

Nalezení vhodného uspořádání krystalizátoru, který by umožnil definované smísení reaktantů a dokonalé promísení celého objemu cirkulující vsádky, by eliminovalo odchylky ve velikosti krystalů halogenidů stříbrných mezi jednotlivými šaržemi a přispělo by k přípravě souborů krystalů halogenidů stříbrných s užší distribucí velikostí částic a rovnoměrnějším koncentračním profilem halogenidů a dopantů v objemu různých krystalů halogenidů stříbrných.

Předmětem vynálezu je zařízení vedoucí k zúžení distribuce velikostí krystalů a dosažení stejného koncentračního profilu v objemu každého krystalu připravených řízenou krystalizací srážením.

Uvedeného účelu se dosáhne tím, že u mechanicky promíchávaného krystalizátoru opatřeného narážkami, axiálním míchadlem rychloběžným, usměrňovačem toku, profilovaným dnem a prstencovými segmenty se s rostoucí výškou hladiny vsádky zvětšuje i výška usměrňovače toku plynule či skokově nebo se zvyšuje frekvence otáčení rychloběžného míchadla axiálního typu. Vhodnou kombinací uvedených prvků zařízení a postupu lze připravit řízenou krystalizací srážením soubory krystalů s extrémně úzkou distribuční funkcí velikostí částí ($C_v < 10 \%$).

Znakem vynálezu je spojení funkce směšovače a usměrňovače toku použitím mechanického rychloběžného axiálního míchadla a usměrňovače toku takového tvaru, který jednak ohraničuje primární mísící zónu, v níž vznikají mísením reaktantů nuklea, jednak zabezpečuje účinnou cirkulaci celé vsádky v krystalizátoru.

Dalším znakem vynálezu je profilování dna krystalizátoru, jehož smyslem je odstranění mrtvých zón, v nichž je účinnost mísení (homogenizace) nízká.

Dalším znakem vynálezu je zvětšování výšky usměrňovače toku plynule nebo skokově nebo zvyšování frekvence otáčení rychloběžného axiálního míchadla s rostoucí výškou hladiny vsádky, čímž se zabezpečí účinná cirkulace vzrůstajícího objemu vsádky během přítoku reaktantů.

Navrhované úpravy mechanicky promíchávaného krystalizátoru budou uvedeny v dalším textu a jejich efekt na průběh řízeného srážení halogenidů stříbrných bude dokumentován na příkladech 1 až 5.

Úpravy mechanicky promíchávaného krystalizátoru se týkají těchto faktorů:

- tvar nádoby,
- typ, tvar a frekvence otáčení míchadla,
- narážky,
- usměrňovač toku (plní funkci směšovače).

Tvar nádoby

V dříve publikovaných pracích o zařízeních navrhovaných pro řízenou krystalizaci srážením se výhradně uvádějí svislé válcové nádoby s rovným či polokulovým dnem, viz obr. 1a až 1f. Jedním ze znaků tohoto vynálezu je profilování dna svislého válcového krystalizátoru, viz obr. 2a až 2f. Profilování dna krystalizátoru vede ke zvýšení účinnosti míchání suspenze a eliminaci těch částí objemu míchané vsádky, v níž dochází k minimální cirkulaci kapaliny (v případě užití axiálního rychloběžného míchadla dle tohoto vynálezu jsou málo promíchávané oblasti pod míchadlem a v rozích u dna nádoby).

Profilování dna umožňuje docílení stejného efektu při nižších frekvencích otáčení míchadla, což je výhodné v případech, kdy je potřebné pracovat při nižších frekvencích otáčení míchadla z důvodu úspory energie nebo z důvodu zabránění nežádoucích efektů (např. pění roztoku ochranného koloidu).

Typ a tvar míchadla a frekvence otáčení

Proud kapaliny vyvolaný samotným míchadlem má nejméně dvě, obvykle však tři složky rychlostí. Pod tímto zorným úhlem jsou míchadla rozdělována do tří skupin:

- míchadla vytvářející tangenciální proud,
- míchadla vytvářející radiální proud,
- míchadla vytvářející axiální proud.

Výběr typu a tvaru míchadla v kombinaci s geometrií míchací nádoby a vestaveb lze výrazně ovlivnit pole rychlostí v míchané vsádce.

Pro míchání vsádky cirkulující v krystalizátoru, ve kterém je vložen usměrňovač toku, byla v tomto vynálezu použita rychloběžná míchadla vytvářející osový (axiální) proud, tj. axiální míchadla s rovnými šikmo skloněnými lopatkami a vrtulová míchadla.

Narážky

V nádobě bez narážek se prakticky všechny typy míchadel rychloběžných chovají jako tangenciální, kdežto v nádobě s narážkami se převážně pole rychlostí v míchané vsádce chová jako radiálněaxiální. Instalace narážek snižuje podíl tangenciální složky rychlosti a současně je příčinou výrazného zlepšení promíchávání vsádky v důsledku výrazného zvýšení podílu axiální a radiální složky rychlosti proudění.

Instalace narážek, v mechanicky promíchávaném krystalizátoru dle tohoto vynálezu, byla volena na základě poznatků z odborné literatury. Délka narážek se rovnala výšce vsádky a byla umístěna jak radiálně tak i pod určitým úhlem. Narážky mohou být umístěny přímo u stěny míchací nádoby nebo v určité vzdálenosti od stěn např. $D/100$ až $D/50$ (D je průměr nádoby). Počet narážek může být $n_p - 2$ až 8, nejčastěji se volí $n_p = 4$. Šíře narážek $b = (1/12 - 1/10) D$ (D je průměr nádoby).

Usměrňovač toku (plní funkci směšovače)

Povšechný tvar nádoby, vestaveb i samotného míchadla musí pro dosažení co nejvyšších hodnot ukazatelů hodnocení krystalizátoru zaručovat intenzivní cirkulaci nosného média suspenze vznikajících krystalů, rovnoměrně zasahující pokud možno celý objem vsádky. Toho lze dosáhnout pomocí vestavby vhodného tvaru, která původně nerovnoměrně pole proudnic v soustavě ovlivňuje v požadovaném smyslu tj. tak, aby ve všech částech nádoby protékal proud vzniklý rotací lopatek míchadla, a nevznikal tzv. indukovaný proud.

Zařazením další vestavby - usměrňovače toku - draft-tube - dojde ke zlepšení prostorové homogenity intenzity proudění promíchávané vsádky a tím i ke zvýšení prostorové homogenity rychlosti disipace mechanické energie v systému, čímž se dosáhne i zintenzivnění procesu krystalizace.

Usměrňovač toku výrazně zlepšuje dosažení prostorové homogenity proudění v promíchávaném systému, zvláště v objemu nad míchadlem u hladiny, kde v tomto uspořádání vzroste objemový průtok proti podmínkám bez použití usměrňovače prakticky o řád.

Na usměrňovač toku jsou kladeny následující požadavky:

1. rovnoměrné protékání soustavy kapalinou čerpanou samotným míchadlem,
2. vyvolání co nejmenších energetických ztrát ve srovnání s uspořádáním bez vestavby,
3. výrobně jednoduchý tvar s co největším povrchem s ohledem na možné sdílení tepla (krystalizátory s chlazením či ohřevem),
4. jednoduchý tvar z důvodu snadného čištění aparatury mezi jednotlivými šaržemi.

Nejvýhodnější tvar usměrňovače toku je válec a komolý kužel, i když i jiné tvary usměrňo-

vače toku jako třeba obecné mnohostěny (sem patří hranol i kvádr) či komolé jehlany jsou v souladu s tímto vynálezem.

Podmínka kladená na usměrňovač toku je ta, aby velikost průměrů podstav ležela v intervalu 0,1 až 0,9 D, výhodněji v intervalu 0,2 až 0,77 D (D je průměr nádoby).

Další podmínka kladená na usměrňovač toku je ta, aby výška usměrňovače toku ležela v intervalu 0,3 až 0,9 H, výhodněji v intervalu 0,4 až 0,8 H (H je počáteční výška hladiny vsádky). Výšku usměrňovače toku lze ponechat konstantní po celou dobu přítoku reagentů nebo ji zvyšovat tak, jak narůstá objem suspenze v krystalizátoru v důsledku přítoku reaktantů. Výšku usměrňovače toku lze zvyšovat plynule či skokem např. přidáváním prstenců na horní hranu usměrňovače toku.

Při konstantní výšce usměrňovače toku lze zajistit dostatečnou cirkulaci míchané vsádky tím způsobem, že během srážecího děje se ponechá konstantní objem suspenze tak, jak popisuje např. USA pat. 4 336 328 při využití ultrafiltrace. Odtahování přebytečného objemu vody a ve vodě rozpustných solí tímto způsobem je však technicky dosti obtížné.

Při vhodně zvoleném tvaru usměrňovače toku a profilování dna lze zabezpečit dostatečnou cirkulaci míchané vsádky zvyšováním frekvence otáčení míchadla za předpokladu, že přitékající reaktanty nezvýší původní objem vsádky na více než trojnásobek počátečního objemu.

Při návrhu geometrie usměrňovače toku a jeho uložení v krystalizátoru je potřebné vyhovět některým podmínkám, neboť výrazný vliv na intenzitu cirkulace kromě vlastní geometrie usměrňovače toku má především vzdálenost horní podstavy usměrňovače toku od hladiny a rovněž i vzdálenost spodní podstavy usměrňovače od dna.

Usměrňovač toku plní zároveň i funkci vnitřního směšovače, neboť stěny usměrňovače ohraničují v krystalizátoru dvě oblasti: oblast primárního smísení reaktantů uvnitř usměrňovače toku (vznik nestabilních nukleí) a oblast sekundárního smísení (rozpuštění nestabilních nukleí a jejich vylučování na povrchu stabilních rostoucích krystalů).

Vhodně navrženým usměrňovačem toku v kombinaci s tvarem nádoby, vestaveb a míchadla se tak zabezpečí splnění následujících požadavků:

1. urychlí se smísení reaktantů a jejich převod do celkového objemu cirkulující vsádky,
2. dosáhne se rovnoměrné (homogenní) cirkulace celého objemu vsádky.

Konkrétní návrh usměrňovače toku bude uveden v příkladu 1.

Novost navrhovaných úprav krystalizátoru spočívá v tom, že je uvažována intenzita cirkulace míchané vsádky nejenom na počátku při objemu vsádky V_0 , ale během celého průběhu srážecího děje, kdy se postupně zvyšuje objem cirkulující vsádky. Navrhované úpravy mechanicky promíchávaného krystalizátoru uvedené v tomto vynálezu zabezpečí účinnou cirkulaci míchané vsádky i při jejím rostoucím objemu.

Způsob využití a získaný efekt předkládaného vynálezu budou objasněny na následujících příkladech. Výsledek jednotlivých příkladů bude shrnut v tabulce II.

Srovnávací příklad

Reakční podmínky byly zvoleny obdobně s příkladem 1 v EP 0 072 217 s tím rozdílem, že byla připravována emulze s kubickými krystaly o složení $\text{Ag}(\text{BrI})$ ($I = 4 \text{ mol } \%$) a byly použity dvakrát koncentrovanější roztoky.

Z literatury je známo, že použití koncentrovanějších roztoků vyžaduje zabezpečení

účinného promíchávání, jinak dochází k rozšíření distribuční funkce velikostí krystalů. Obdobně zvyšující se obsah jodidů v roztocích při vytváření stabilně rostoucích krystalů přispívá k rozšíření distribuční funkce velikostí krystalů. Proto je uvedený předpis srážení vhodný pro testování navrhovaného zařízení pro řízenou krystalizaci halogenidů stříbrných.

Emulze byly připravovány použitím následujících roztoků:

Roztok A v krystalizátoru:

destilovaná voda	8 600 ml
inertní želatina	86 g
10% ethanolový roztok tributylfosfátu	10 ml
pAg = 4,0	
pH = 1,5 (nastaveno 10% H ₂ SO ₄)	
t = 60 °C	

Roztok B

0,2 M AgNO ₃	1 450 ml
-------------------------------	----------

Roztok C

4 M AgNO ₃	1 830 ml
-----------------------------	----------

Roztok D

0,2 M KX (0,192 M KBr; 0,008 M KI)	1 440 ml
inertní želatina	29 g
10% ethanolový roztok TBF	2 ml
pH = 1,2 (nastaveno 10% H ₂ SO ₄)	

Roztok E

4 M KX (3,84 M KBr; 0,16 M KI)	1 800 ml
inertní želatina	36 g
10% ethanolový roztok TBF	2,5 ml
pH = 1,2 (nastaveno 10% H ₂ SO ₄)	

Roztok F

0,2 M KBr v automatické byretě pro udržování pAg = konst.

Roztoky B a D byly přidávány k roztoku A při 60 °C po dobu 30 minut tím způsobem, že rychlost přítoku do krystalizátoru byla postupně zvyšována. Poté byly přidávány do krystalizátoru roztoky C a E po dobu 83 minut. Během celého srážení byla hodnota pAg = 4,0 udržována na konstantní výši regulovaným přítokem roztoku F. Po ukončení srážení byl odebrán vzorek a pomocí elektronového mikroskopu byla určena morfologie krystalů, střední velikost a variační koeficient. Výsledky viz tabulka II.

Krystalizace srážením ve srovnávacím příkladu byla provedena v krystalizátoru vyobrazeném na obr. 3. Rozměry krystalizátoru byly tyto:

průměr nádoby: D = 250 mm

počáteční výška hladiny: H = 0,7 D

axiální šestilopátkové míchadlo d = D/3 s rovnými šikmo skloněnými lopatkami o šířce

lopatky h = d/5 se sklonem lopatky 45° výška umístění míchadla nad dnem H₁ = 0,2 D

narážky o šířce b = D/10 a vzdálenosti od stěn a dna b₁ = D/100 přítoky byly realizo-

vány dvěma proudy umístěnými symetricky k míchadlu ve vzdálenosti: rozteč = $2/3 d$
 výška nad míchadlem = $1/5 d$
 frekvence otáčení míchadla 500 min^{-1} konstantní po celou dobu přítoku reaktantů.
 V důsledku přítoku reaktantů se zvýšila výška hladiny vsádky z počáteční hodnoty H na konečnou hodnotu H_e (cca 310 mm).

P ř í k l a d 1

Krystalizace srážením halogenidů stříbrných byla provedena obdobným způsobem jako ve srovnávacím příkladu s tím rozdílem, že do krystalizátoru byl vložen usměrňovač toku, jehož tvar a umístění bylo odvozeno následujícím způsobem (viz obr. 4):

- velikost spodní podstavy $D_1 = 1,1 d$ (d je průměr míchadla) s ohledem na kmitání hřídele a tím i míchadla,
- velikost větší podstavy D_2 vyplývá jednak z požadavku na tvar usměrňovače toku, jednak pak ze skutečnosti, že poloha hranice maximální hodnoty průtoku ve směru vzhůru či dolů v daném průřezu nádoby nad rotorem leží v místě o radiální souřadnici $R_{\max} = 0,353$. Tato souřadnice je rovna poloměru kružnice dělicí daný průřez nádoby na dvě stejné plochy. Pak střední rychlost ve vzestupném směru proudu v mezikruží mezi stěnou nádoby a horní podstavou usměrňovače v proudu sestupném v horní podstavě usměrňovače je stejná. Uvedenému požadavku odpovídá vztah:

$$D_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} D$$

- optimální vzdálenost usměrňovače toku od hladiny vzhledem k požadavkům nejmenších energetických ztrát je dána podmínkou stejných středních rychlostí přes plochy mezi vnějším okrajem horní podstavy usměrňovače a hladinou a konečně samotnou horní podstavou usměrňovače. Tomuto požadavku při uvažování promíchávané vsádky jako nestlačitelné odpovídá stejná velikost všech těchto ploch, tj. musí platit relace:

$$\frac{\pi}{8} D^2 = \pi H_4 D_2;$$

dosazením za D_2 a úpravou se získá:

$$H_4 = \frac{1}{4} \frac{D}{\sqrt{2}},$$

- vzdálenost usměrňovače toku ode dna je dána podmínkou:

$$H_1 > \frac{D_1}{4} \quad \left(\frac{\pi D_1^2}{4} = \pi D_1 H_1 \right)$$

vhodné jsou výšky $H_1 = 0,2$ až $0,3 D$.

- výška H_2 se zpravidla volí dle velikosti šířky lopatek míchadla (tato část usměrňovače může být vypuštěna):

$$\text{např. } H_2 = d/5$$

- určením počáteční výšky hladiny H , která se nejčastěji volí v intervalu $H = 0,7 - 1,5 D$, je pak dán i poslední rozměr usměrňovače toku H_3

$$\text{např. } H = 0,7 D.$$

Na základě uvedených podmínek byla navržena tato geometrie usměrňovače toku:

$D = 250$	$D_1 = 92$
$H = 175$	$D_2 = 177$
$d = 84$	$H_1 = 50$
	$H_2 = 17$
	$H_4 = 44$

$u_1 \quad u_2 \quad u_3 \quad u_4 \quad u_5$

P ř í k l a d 2

Krystalizace srážením halogenidů stříbrných byla provedena obdobným způsobem jako v příkladu 1 s tím rozdílem, že s růstem výšky hladiny vsádky se zvyšovala i výška usměrňovače toku spouštěním prstenců o průměru D_2 a výšce $H_5 = 30$ mm. Prstence byly spouštěny na horní podstavu usměrňovače toku po dosažení výšky vsádky:

1. prstenec	$H + 30$ mm
2. prstenec	$H + 60$ mm
3. prstenec	$H + 90$ mm
4. prstenec	$H + 120$ mm

Uložení vestaveb na konci srážení znázorňuje obr. 5.

P ř í k l a d 3

Krystalizace srážením halogenidů stříbrných byla provedena obdobným způsobem jako v příkladu 1 s tím rozdílem, že dno krystalizátoru bylo profilované. Tvar profilovaného dna byl zvolen tak, aby velikost průtočné plochy byla stejná či větší, než je velikost plochy ohraničené spodní podstavou usměrňovače (viz obr. 6):

$$R_1 = 0,2 D = 50 \quad R_2 = 70$$

P ř í k l a d 4

Krystalizace srážením byla provedena obdobným způsobem jako v příkladu 3 s tím rozdílem, že během přítoku reaktantů do krystalizátoru byly spouštěny prstence způsobem uvedeným v příkladu 2. Uložení vestaveb na konci srážení znázorňuje obr. 7.

P ř í k l a d 5

Krystalizace srážením byla provedena obdobným způsobem jako v příkladu 3 s tím rozdílem, že se zvyšující se výškou vsádky v krystalizátoru se plynule měnila frekvence otáčení míchadla z hodnoty 500 min^{-1} na $1\,000 \text{ min}^{-1}$.

Výsledky uvedených příkladů jsou shrnuty v tabulce II.

T a b u l k a II

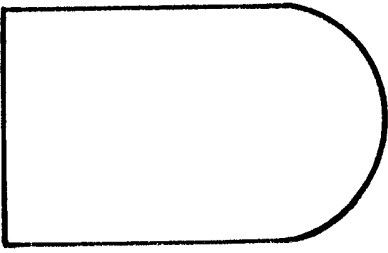
Vliv vestaveb na hodnotu variačního koeficientu

Příklad	Vestavby	Variční koef.
Porovnávací	narážky	20
1	narážky + usměrňovač toku	12
2	narážky + usměrňovač toku + prstence	9
3	narážky + usměrňovač + profilované dno	9
4	narážky + usměrňovač + prof. dno + prstence	6
5	narážky + usměrňovač + prof. dno + otáčky	6

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Mechanický promíchávaný krystalizátor, vyznačující se tím, že je opatřen rychloběžným míchadlem s frekvencí otáčení v rozsahu 50 až 2 000 min⁻¹ osově umístěným v usměrňovači toku ve tvaru válce či komolého kužele nebo vřechokého hranolu či komolého jehlanu, průměry jeho podstav leží v intervalu 0,2 až 0,9 D, kde D je průměr krystalizátoru, jehož počáteční výška leží v intervalu 0,4 až 0,8 H, kde H je počáteční výška hladiny v krystalizátoru a jehož pracovní výška leží v intervalu 0,3 až 0,9 H', kde H' je rostoucí výška hladiny v průběhu šarže, přičemž současně dno krystalizátoru je profilované do tvaru usměrňovacího kužele či jehlanu v ose nádoby a spojitého přechodu mezi dnem a stěnou nádoby.

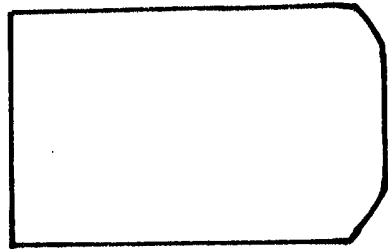
7 výkresů



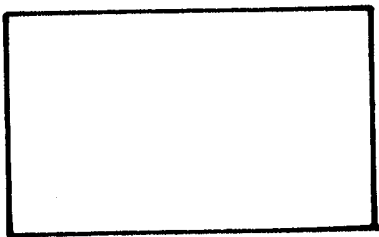
Obr. 1d



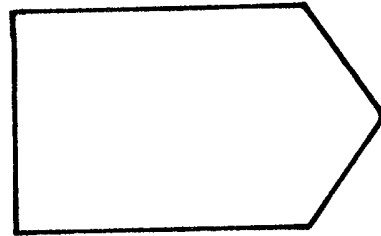
Obr. 1c



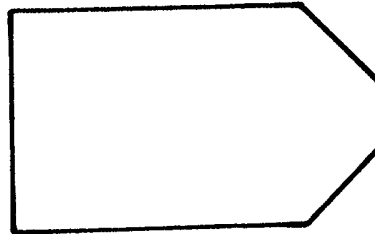
Obr. 1b



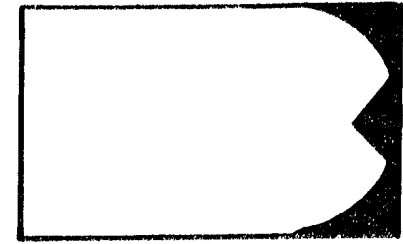
Obr. 1a



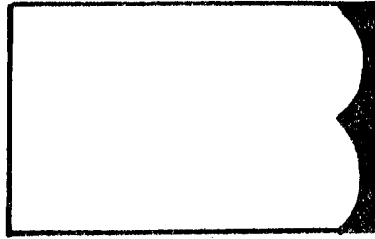
Obr. 1f



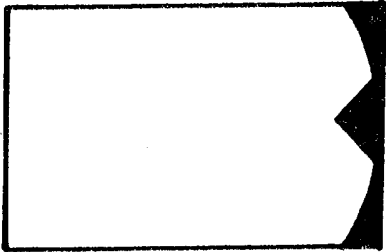
Obr. 1e



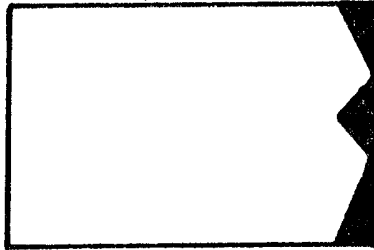
Obr. 2d



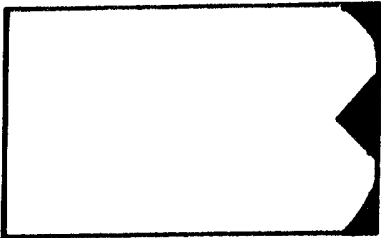
Obr 2h



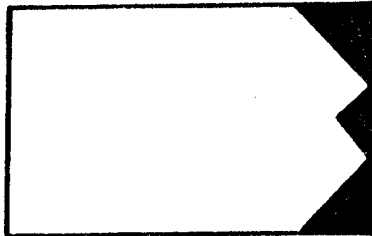
Obr. 2c



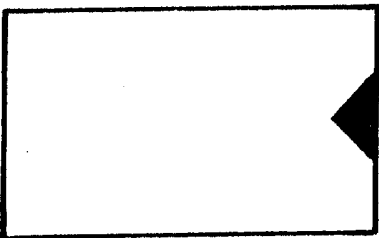
Obr. 2g



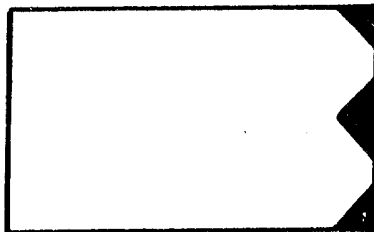
Obr. 2b



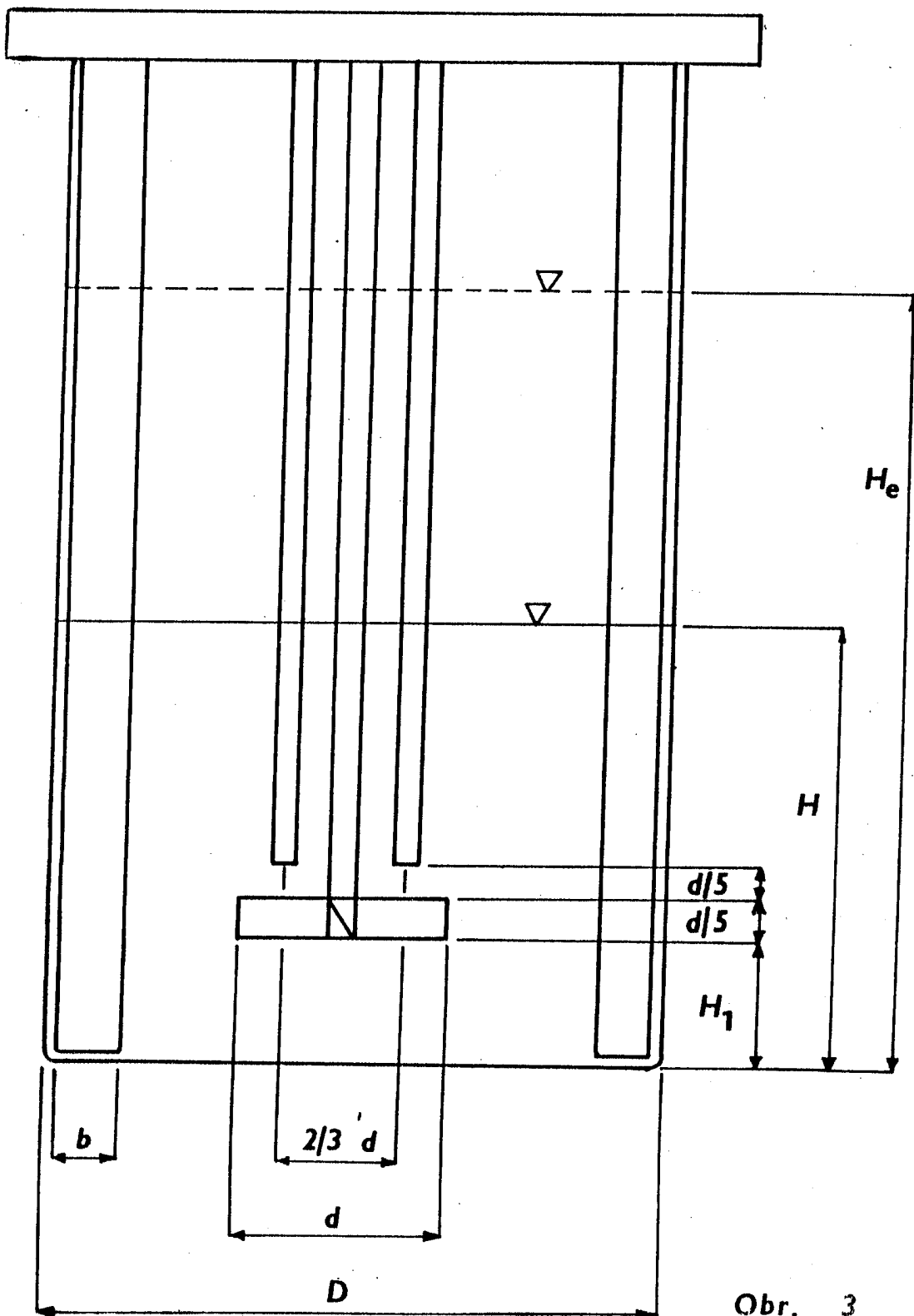
Obr. 2f



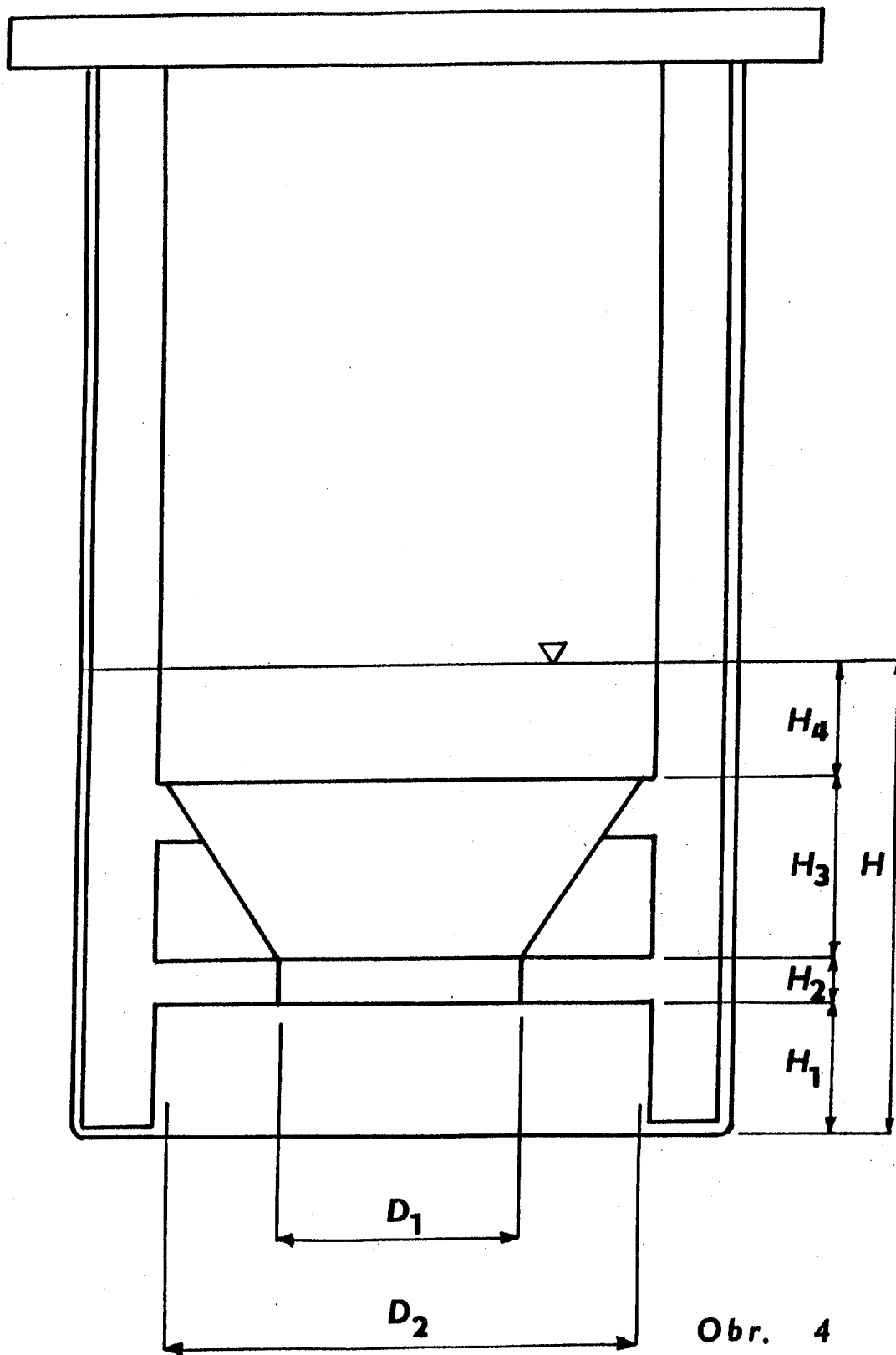
Obr. 2a

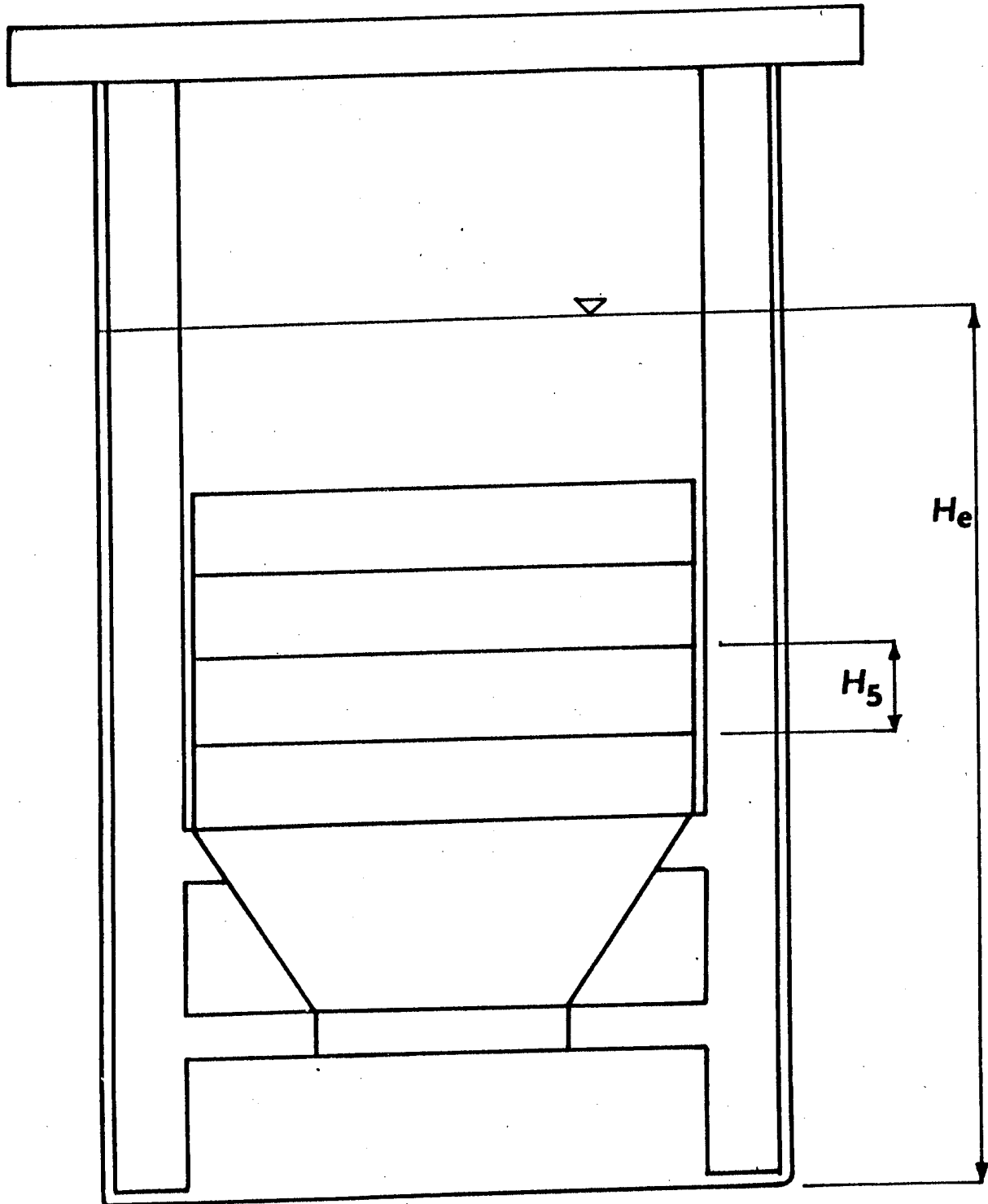


Obr. 2e



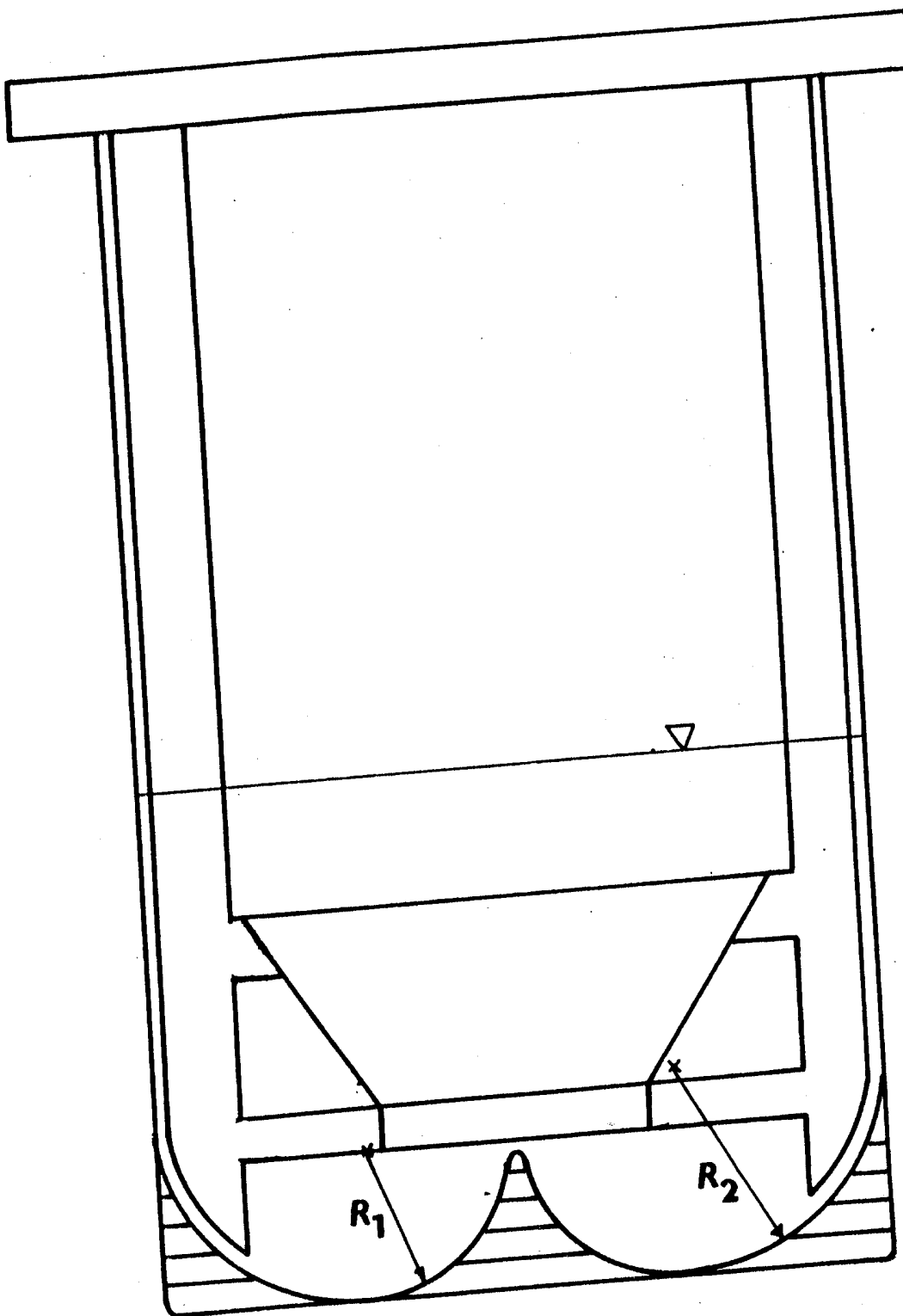
Obr. 3



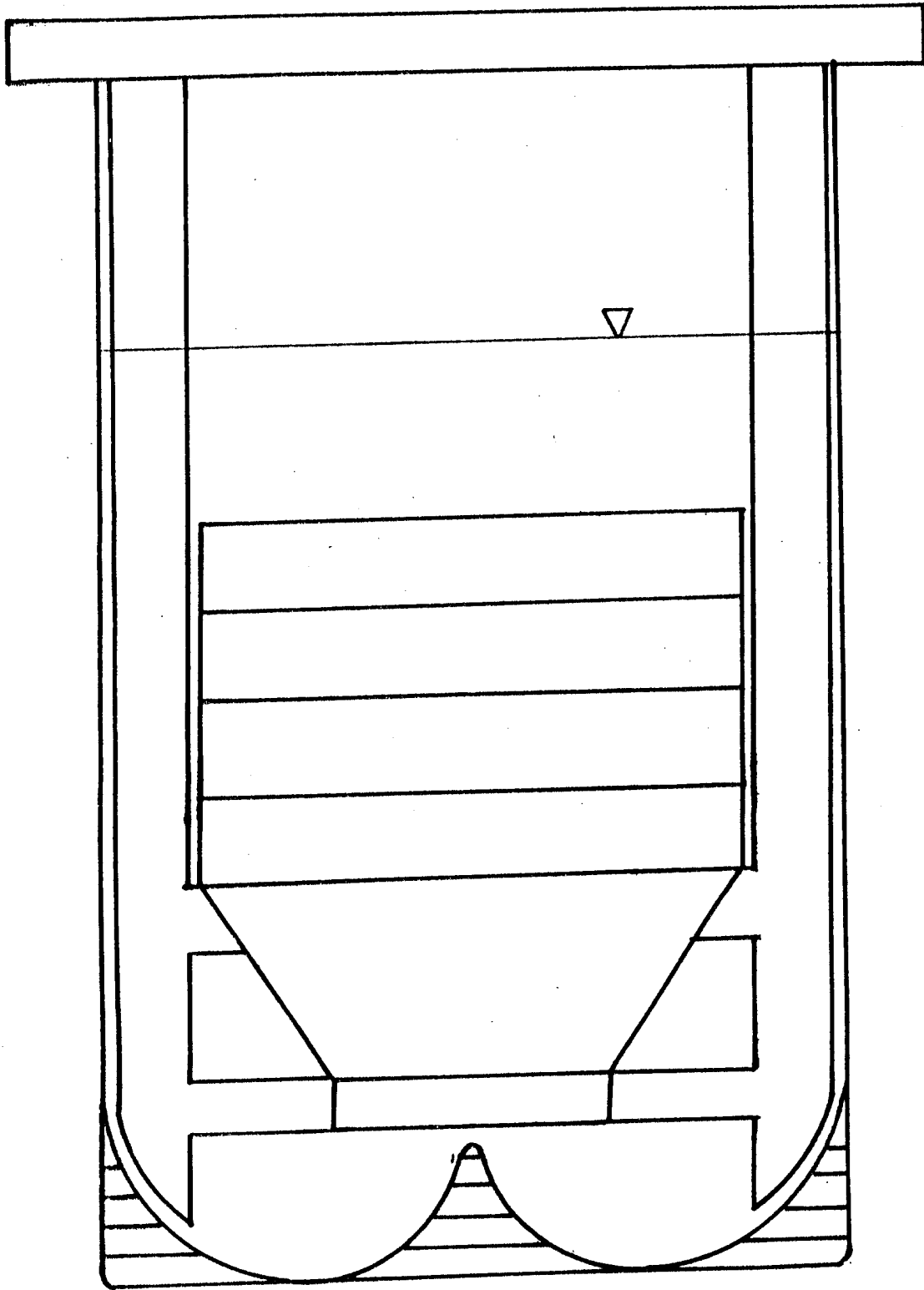


Obr. 5

265716



Obr. 6



Obr. 7