

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2015-961

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

B24C 9/00 (2006.01)

B24C 3/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **31.12.2015**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **15.02.2017**
(Věstník č. 7/2017)

(71) Přihlašovatel:
PTV, spol. s r.o., Hostivice, CZ

(72) Původce:
Ing. Jiří Měšťánek, Praha 17, CZ
Ing. Pavel Pokorný, Praha 5, CZ
Daniel Kala, Bubovice, CZ

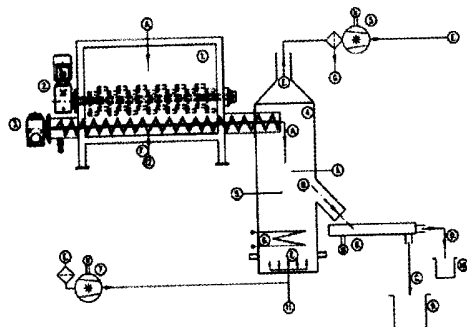
(74) Zástupce:
PATENT SKY s.r.o., Ing. Petra Kolářová, Dušní
8/11, 110 00 Praha 1

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob recyklace abraziva z řezání
vysokotlakým vodním paprskem z řezacího
kalu a zařízení k provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:

Recyklační jednotka je kontinuálně řízený proces recyklace a sušení vytříděného abraziva, kdy dochází k regulaci dávkování abraziva na základě teploty v sušící peci. Řídicí systém kontinuálně vyhodnocuje aktuální teplotu a na základě tohoto údaje rozhoduje o zapnutí či vypnutí topných spirál a zapnutí či vypnutí dávkování abraziva což je řízeno na základě hystereze teploty a změně intenzity dávkování abraziva, která je podmíněna spínáním spirál a spínáním dávkování.



CZ 2015 - 961 A3

~~Způsob recyklace abrasiva z řezání vysokotlakým vodním paprskem~~
~~Způsob sušení mokrého abrasiva a zařízení k tomuto způsobu~~
~~Paprskem z řezacího talu a zařízení k provádění tohoto způsobu~~
Oblast techniky

Zařízení určené pro recyklaci abrasiva přímo u uživatele vodního paprsku

Dosavadní stav techniky

Nekonvenční technologie vysokotlakého vodního paprsku se již několik desítek let neustále vyvíjí, zlepšuje, zdokonaluje a dostává na vysokou úroveň. Dalo by se říci, se proměňuje na zcela běžnou a ve velké míře využívanou technologii v různých odvětvích průmyslu. Technologie řezání vysokotlakým vodním paprskem na CNC strojích vyžadují vysoké množství abrasiva, které je poměrně nákladné a dováží se do České republiky ze zahraničí. Převážně z Austrálie a Indie. Pořizovací náklady na abrazivum tvoří až 50 % nákladů na provoz CNC stroje.

Abrazivní materiál se používá při řezání abrazivním vodním paprskem. Tyto malé částčky jsou přiváděny do řezací hlavice, kde jsou ve směšovací komoře strhávány proudem vody. Tato směs vody a brusiva pak dopadá na materiál a řeže ho. Voda dodává abrazivu část své kinetické energie a zvyšuje tak účinnosti celého procesu. Proto se AWJ využívá především při dělení tvrdých materiálů. Abrazivo má vliv na výkon řezání a jakost obrobenej plochy. To je určeno velikostí a tvarem zrna, chemickým složením a hmotnostním tokem. Výběr abrasiva je určen též tvrdostí řezaného materiálu. Je však ovlivněn také velmi významným činitelem a tím je cena. Výběr brusného materiálu má velký vliv na životní prostředí a s tím spojený následný proces recyklace. Bylo publikováno, že brusiva granátová a křemičité písky pro proces recyklace nejsou vhodné (KRAJNÝ, Zdenko. Vodný lúč v praxi – WJM. Bratislava: 1998. ISBN 80-8057-091-4.).

Při dělení zůstává použité abrazivo společně se zakalenou vodou a odpadem materiálu v pracovním stole. Nastává otázka, co s použitým abrazivem, které ve svém stavu bylo již dále nepoužitelné. Muselo se tedy likvidovat jako odpad.

Firma AQUAdem vyvinula zařízení AQUArec PRO, jež bylo schopno recyklovat abrazivo. Proto se mohlo použité brusivo, které prošlo celým procesem řezání, opět po použití vrátit zpětně do procesu. Bylo zjištěno, že brusivo procházející recyklací, neztrácí svoje schopnosti, tedy neotupuje se. Znečištěná voda a brusivo jsou z řezacího stolu odsávané pneumatickým čerpadlem, přiváděna do rotačního separátoru, kde dochází k odlučování vody a abrasiva. Zakalená voda se vrací zpět do řezacího stolu, kde rozvodňuje usazené abrazivo, aby bylo

lépe odsávatelné. Odloučené abrazivo padá do pece, kde je vysokou teplotou naprosto vysušeno. Separátorem se pak brusivo vytrídí a v čistém stavu poté padá zpět do zásobníku.

Dosud užívaný způsob není řízen, celý process probíhá nahodile, v jehož důsledku je velmi nízká produktivita recyklačního procesu a z toho plynoucí vysoká energetická náročnost na jednotku hmotnosti. Dané zařízení popisuje např. užitný vzor CZ²21487.

Jiným zařízením, které recykluje abrazivum, vyrábí firma PTV spol. s r. o. recyklace použitého abraziva z procesu hydroabrazivního dělení materiálů je také prováděna vlastním zdrojem tepla - elektrickým ohřevem.

zásobování směsi určenou k recyklaci probíhá z externího zdroje (uskladněno například ve velkoobjemových vacích) nebo z řezacího stolu pomocí odsávací hlavy

Zařízení je opatřeno samostatným zdrojem tepla, nezávislým na okolních zařízeních, kterým jsou elektrické topné spirály umístěné v sušicí peci. V procesu sušení je recyklát nadnášen v sušicí peci pomocí proudu vzduchu ze sušicího dmyhadla. Vzduch vstupující do dmyhadla je předehříván na vyšší teplotu průchodem prostorem mezi pláští sušicí pece – tímto se využívá i část odpadního tepla z pece. Mokrý třídění probíhá na vstupu do sušicí pece (hlavní vibrační třídič – odstranění jemného odpadu). Suché třídění probíhá na výstupu ze sušicí pece (výstupní vibrační třídič – hrubý odpad) suchý přetříděný recyklát je poté sypán do nádoby nebo do vaku.

Zařízení má poměrně vysoký výkon: 50^{a2}80 kg recyklátu za hodinu. Avšak značnou nevýhodou je, že zařízení vyžaduje kontinuální obsluhu. Zařízení nemá optimalizovaný systém dávkování abraziva, přísun abraziva se dle vizuální kontroly, ale už s dopravním zpožděním přerušuje ručně, aby nedocházelo k přeplnění pece mokrým abrazivem. Abrazivo je nutné ručně (mechanicky) rozhrabovat, aby nedocházelo ke spékání ve větší kusy, které se pak zformuje do jednoho velkého kusu a vytvoří korpus, který je nutno mechanicky rozbít. Také dochází vlivem vysoké teploty ke spékání abraziva na spirálách, které se ihned přepálí a jsou tak trvale znehodnoceny, jelikož použité abrazivo vždy obsahuje vysoký podíl zbytků řezaných materiálů, jako jsou např. plasty. Ke spálení spirál dochází průměrně každou druhou pracovní směnu. Běžnou praxí je, že toto zařízení kontinuálně obsluhují až dvě osoby.

Důsledkem nutnosti vyhřívání pomocí topných spirál má recyklační jednotka vysoký příkon el. energie 19²kW. Spotřeba se při maximálním výkonu blíží instalovanému příkonu.

Zařízení má spotřebu tlakového vzduchu 2500^{a2}3500 litrů za hodinu při tlaku 6 bar, spotřebu čisté vody 250^{a2}350 litrů za hodinu. Vstupní směs je uložena do zásobníku šnekového

dopravníku a tímto pak průběžně dopravována na kruhový třídíč, kde je pomocí oplachové vody ze směsi odstraňována podsítná frakce (velmi jemný materiál). Z kruhového třídíče je již prosátý recyklát dopraven do sušicí pece, kde probíhá jeho sušení pomocí elektrických topných spirál za souběžného provzdušňování tlakovým vzduchem ze sušicího dmychadla. Rychlost dopravování mokrého abraziva nelze včasné korigovat a má značné zpoždění, což způsobuje, že v peci se nahromadí mnohem větší množství abraziva, než je možné sušit a abrazivo je nutné promíchávat ručně.

Výkon je $50,75 \text{ kg}$ suchého recyklátu za hodinu v závislosti na kvalitě vstupní směsi (obsahu použitelných abrazivních částic ve směsi).

Zařízení má vysokou spotřebu el. energie: $23,14 \text{ kW}$ na vyhřívání topných spirál. $3 \times 400 \text{ V}/50 \text{ Hz}$, spotřeba čisté vody je $10,50 \text{ l/h}$.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky procesu sušení/recyklace lze překonat pomocí nového systému recyklace a sušení abraziva.

Byl vyvinut především nový způsob sušení recyklovaného abraziva, které je možné recyklovat odděleně nebo jako součást celého recyklačního systému. Recyklační systém může obsahovat systém odkalování s třídíčem, kde suspenze abrazivního písku, kalu a vody je z řezacího stolu odsávána pomocí odkalovacího zařízení a materiál je vytříděn od velkých částic například pomocí odkalovacího systému. Na odkalovacím zařízení je doinstalován vibrační třídíč, který zajišťuje třídění suspenze na dvě frakce: podsítný odpad (menší než $0,1 \text{ mm}$) a nadsítný materiál (větší než $0,1 \text{ mm}$) určený k dalšímu využití - recyklát. Odpad je společně s vodou jímán do velkoobjemového vaku, kde dochází k oddělení vody. Tato voda se vrací zpět do řezacího stolu a jemný odpad – kal zůstává ve vaku a je určen k likvidaci.

Výkon zařízení je přímo závislý na vlhkosti sušeného recyklátu a teplotě vstupního vzduchu. Proto je doporučeno mokrý recyklát po vytřídění a prosátí uložit do velkoobjemových vaků a tyto nechat odstát minimálně po dobu $3,5 \text{ dnů}$ při teplotě vyšší jak 5°C v suchém prostředí, aby došlo k vytlačení přebytečné vody. Toto může probíhat například pod venkovním přístřeškem.

Po procesu řezání materiálů vysokotlakým abrasivním paprskem se použité abrazivo společně s mikroskopickými částicemi a většími odřezanými kusy řezaného materiálu nazývána jako “řezací kal”, usadí v lapači řezacího stolu, na kterém je řezaný materiál umístěn.

Recyklační cyklus je rozdělen na dva, časově na sobě nezávislé procesy. Proces vytřídění řezacího kalu (IV. a V.) a proces usušení použitelného abrasiva (I. a II.).

Proces vytřídění řezacího kalu (nákresey IV a V) probíhá následovně:

Z lapače řezacího stolu je řezací kal pomocí čerpací jednotky v odkalování nebo jiného mechanického způsobu zabezpečujícího dopravu směsi, například šnekový, ocelový pásový dopravník a pod. dopravován do třídící jednotky, kterou tvoří vibrační třídič s ocelovými sítí, či sítí z jiného materiálu o vhodné velikosti ok v návaznosti na požadavek, jakou velikostní frakci abrasiva máme v úmyslu z řezacího kalu získat. Třídící jednotka rozdělí řezací kal na následující skupiny:

- a) dále použitelné abrazivo určené pro proces řezání
- b) mechanické částice větší než velikost dále použitelného abrasiva
- c) mechanické částice menší než velikost dále použitelného abrasiva
- d) znečištěnou vodu.

Tento proces je energeticky nenáročný a převážně probíhá kontinuálně s procesem vlastního řezání vysokotlakým paprskem. Frakce dále použitelného abrasiva je z třídící jednotky dopravena do vodopropustného obalu s výhodou textilního vaku tzv. big bagu. Tento obal naplněný mokrým abrazivem je pověšen, s výhodou na vzduchu po dobu 1 až 5 dní, pro vytlačení resp. vykapání přebytečné vody.

Po získání dostatečného množství, s výhodou 1 tunu, frakce dále použitelného mokrého abrasiva z třídící jednotky, je možné zahájit proces sušení této frakce.

Vytříděný a prosátý recyklát se uloží do zásobníku mokrého abrasiva, šnekovým dopravníkem je průběžně dopravován do sušící pece. Šnekovým dopravníkem se ze zásobníku řízeně dávkuje recyklované mokrého abrasiva dle kapacity sušící pece a vlhkosti abrasiva tak, aby teplota v peci byla udržována přibližně v rozmezí teplot 130 až 180 °C.

Sušicí linka obsahuje zásobník mokrého abraziva, který je šnekovým dopravníkem propojen se sušicí pecí, dmychadlo, odsavač jemného prachu, třídič a zásobník suchého vytríděného recyklátu a zásobník suchého hrubého odpadu.

Sušicí pec obsahuje topné spirály, přívod vzduchu z dmychadla, tlakový senzor, teplotní čidla, výstup suchého recyklátu a výstup do odsavače jemného prachu, ve kterém dochází k odlučování suchého jemného prachu a čistého vzduchu.

Sušicí pec se provzdušňuje předeřhřátým vzduchem, který se přivádí z dmychadla a udržuje abrazivo ve vznosu a tím urychluje proces sušení. Stejný proud vzduchu vysušená zrna abrasiva dopravuje výstupem suchého recyklátu ze sušicí pece na výstupní třídič, ze kterého sítím propadá vysušené abrazivo do zásobníku a případná větší zrna vzniklá v sušicí peci vlivem vysoké teploty, která může způsobit “zpečení” několika zrn sušeného materiálu, které neprojdou sítím, se dopraví do malého zásobníku určeného pro odpad. Na sušicí pec může být s výhodou také napojen odsavač jemného prachu, který odsává zbytkovou prachovou složku obsaženou ve vytríděném abrasivu a tím zabezpečuje bezprašný provoz sušicí jednotky. Zásobník mokrého vytríděného recyklátu je opatřen rozrušovačem klenby a odvodněními, pro odtok vytlačované odpadní vody.

Primárním principem řízení sušicí linky je regulace dávkování abraziva na základě teploty v sušicí peci, která se udržuje s výhodou v rozmezí teplot 130 až 180 °C. Teplota v peci se snižuje přidáním mokrého abraziva a zvyšuje zapínáním topných spirál, přičemž rychlost dávkování abraziva se upravuje dle poklesu či nárůstu teploty v peci. Je-li teplota v peci vysoká, dávkování se zvýší a naopak, je-li teplota v peci nízká, dávkování se sníží a počká se, dokud se abrazivo v peci nedосуší.

Při zahájení procesu sušení se po prvním vypnutí topných spirál spustí systém ladění, který zaznamenává aktuální teplotu v peci naměřenou teplotním čidlem a dle ní upravuje otáčky šnekového dopravníku a tím intenzitu dávkování. Pokud teplota v peci přesáhla stanovenou mez, dojde k vypnutí topných spirál a zvýší se intenzita dávkování o stanovený krok. Pokud teplota v peci klesne pod stanovenou mez, dojde k vypnutí dávkování a sníží se intenzita dávkování o stanovený krok z aktuálního dávkovaného množství, po opětovném nárůstu teploty nad požadovanou hodnotu se opět dávkování zapne.

Tím, že systém zahájí ladění až po prvním vypnutí spirál, je odstraněn přechodový jev, kdy teplota v peci vystoupá na vysokou teplotu i při dávkování velmi mokrého materiálu (kvůli přítomnosti starého vysušeného abraziva). Bez tohoto kroku by systém příliš brzo zvýšil intenzitu dávkování.

3. Při další události vypnutí spirál či vypnutí dávkování upraví systém intenzitu dávkování následovně na základě poslední provedené změny:

Úprava dávkování	Aktuální událost	
Poslední událost	Vypnutí spirál	Vypnutí dávkování
Vypnutí spirál	+ stanovený krok	- poslední změna / 2
Vypnutí dávkování	+ poslední změna / 2	- stanovený krok

Např.

3.1. Dojde-li

v kroku a) k vypnutí spirál nárůstem teploty, zvýší se dávkování o stanovený % krok,

v kroku b) k dalšímu vypnutí spirál nárůstem teploty, zvýší se dávkování o stanovený % krok posledního dávkování.

3.2. Dojde-li

v kroku a) k vypnutí spirál nárůstem teploty, zvýší se dávkování o stanovený % krok posledního dávkování,

avšak v kroku b) k vypnutí dávkování poklesem teploty, sníží se dávkování o polovinu stanoveného % kroku dávkování v a).

Bylo zjištěno, že s výhodou činil stanovený krok 5 %.

4. Protože při opakovaném dělení velikosti změny postupně tato hodnota klesá k nule, je stanoven limit, pod který je změna bezvýznamná. Pokud systém dojde do situace, že má upravit intenzitu dávkování o tuto bezvýznamnou změnu, provede restartování celého procesu ladění změnou o celý stanovený krok a přechodem do kroku 3.

Primárním principem řízení sušící linky je regulace dávkování abraziva na základě teploty v sušící peci. Řídicí systém kontinuálně vyhodnocuje aktuální teplotu a na základě tohoto údaje rozhoduje o:

- zapnutí či vypnutí topných spirál – řízeny na základě hystereze teploty

- zapnutí či vypnutí dávkování abraziva – řízeno na základě hystereze teploty
- změně intenzity dávkování abraziva – je podmíněna spínáním spirál a dávkování

Zařízení je řízeno programovatelným automatem, který zajišťuje kontinuální provoz a minimalizuje potřebu obsluhy za provozu.

Dle dosud dosažených výsledků testů ladění řídicího procesu sušení bylo dosaženo průměrného výkonu 101,4 kg/h¹. Přičemž na začátku procesu sušení abrazivo v zásobníku obsahuje větší podíl vody než na konci sušení, jelikož i samotný zásobník má odvodňovací systém a voda je ze stojícího abraziva vytlačována.

Sušička abraziva je bezobsluhová a jejím výstupem je vysušené abrazivo vhodné pro okamžité použití pro abrazivní řezání vodním paprskem či uskladnění k použití pozdějšímu.

Podmínky pro skladování recyklovaného abraziva jsou stejné jako u nového, nepoužitého abraziva.

Samotný proces sušení probíhá v sušící peci, která může fungovat samostatně nebo jako součást sušící jednotky, resp. celé sušičky recyklátu.

Obsluha sušičky recyklátu je nárazová – zahájit sušení má smysl, jestliže je v zásobníku šnekového dopravníku dostatečná zásoba mokrého recyklátu. Z toho vyplývá, že je možné sloučit obsluhu tohoto zařízení s obsluhou řezacího stolu, protože sušička nepotřebuje trvalý dohled, a to i v případě, že je zásobník plněn mokrým přetříděným recyklátem z externího zdroje. Celé řízení zařízení je plánováno v automatickém režimu se signalizací provozních, limitních a poruchových stavů.

Obsluha tedy provádí pouze odebrání velkoobjemového vaku se suchým recyklátem a nasazení nového, prázdného vaku pod výstupní třídič. V případě zásobování recyklátem z externího zdroje obsluha souběžně s výměnou velkoobjemových vaků provádí naplnění zásobníku šnekového dopravníku mokrým recyklátem. V závislosti na místních podmínkách by celý tento úkon neměl trvat déle jak 5 ± 15 minut.

Proces řízení je použit jednak u pracovního cyklu IV a V – vytrídění řezacích kalů, kde je přesně dávkováno množství těchto kalů do vibračního třídiče, tak i u následného procesu sušení III, kdy je abrazivo přesně dávkováno do sušící pece tak, aby byla dosažena maximální efektivita sušení, tj. minimalizována spotřeba energie na jednotku hmotnosti abrasiva.

Touto metodou je zvýšena produktivita uvedeného typu recyklační jednotky a jsou výrazně sníženy náklady na jednotku hmotnosti recyklovaného abrasiva. Toto umožní použití recyklační jednotky i u spotřebitelů, kteří mají relativně nízkou roční spotřebu abrasiva. A zcela vyvrátí dlouhodobě zavedený názor, že recyklace abrasiva je ekonomicky nevýhodná. V konečném důsledku dojde k výraznému snížení tvorby odpadu tvořeném stroji pracujícími s vysokotlakým vodním paprskem.

Proces řízení umožňuje výrazně zrychlit proces recyklace a extrémně snížit energetické nároky na jednotku hmotnosti, a to až o 300 až 400 % oproti stávajícímu stavu. Dosud bylo dosaženo sušicího výkonu již o 0,4 až 3,5 kg abrasiva za minutu.

Objasnění Přehled obrázků a výkresů

- Obr.1: Vizualizace sušicí linky, pohled z boku, v řezu
- Obr.2: Vizualizace sušicí linky, pohled zepředu, v řezu
- Obr.3: Schématický nákres sušicí linky
- Obr.4: Schématický nákres odkalovacího systému
- Obr.5: Schématický nákres třídění
- Obr.6: Tabulka výkonu sušicí linky
- Obr.7: Graf výkonu sušicí linky
- Obr.8: Graf průběhu teploty v sušicí peci v závislosti na čase provozu

uskutečnění Příklady provedení vynálezu

Příklad 1

Proces vytřídění řezacího kalu (nákresy IV a V) probíhá následovně:

Z lapače řezacího stolu (10) je řezací kal (H) pomocí čerpací jednotky v odkalovacím systému (14) řezacího stolu dopravován do třídící jednotky (15), kterou tvoří vibrační třídič (16) s ocelovými sítí, či sítí z jiného materiálu o vhodné velikosti ok v návaznosti na požadavek, jakou velikostní frakci abrasiva máme v úmyslu z řezacího kalu získat. Třídící jednotka (15) rozdělí řezací kal (H) na následující skupiny:

13 2.
H 2.

- a) dále použitelné abrazivo určené pro proces řezání
- b) mechanické částice větší než velikost dále použitelného abrasiva
- c) mechanické částice menší než velikost dále použitelného abrasiva
- d) znečištěnou vodu.

Tento proces je energeticky nenáročný a převážně probíhá kontinuálně s procesem vlastního řezání vysokotlakým paprskem. Frakce dále použitelného abrasiva (A) je z třídící jednotky ~~(15)~~ dopravena do vhodného zásobníku, například textilního big-bagu, ostatní frakce jsou dopravovány do jiných zásobníků podle záměru jejich dalšího zpracování (například menší frakce je využitelná i pro jiné účely než je pro řezání vodním paprskem) či určených pouze jako odpad.

Po získání dostatečného množství, s výhodou 1 tunu, frakce dále použitelného mokrého abrasiva (A) z třídící jednotky ~~(15)~~, je možné zahájit proces sušení této frakce.

Příklad 2

Sušička recyklátu ve statickém stavu

Sušička recyklátu obsahovala zásobník 1 mokrého abrasiva, který byl šnekovým dopravníkem 3 propojen se sušicí pecí 4, dmychadlo 7, odsavač jemného prachu 13, třídič 8 a zásobník 9 suchého vytříděného recyklátu C a zásobník 10 suchého hrubého odpadu D.

Do sušicí pece 4 ústil šnekový dopravník 3, obsahovala topné spirály 6, přívod vzduchu z dmychadla 7, tlakový senzor 11, teplotní čidla 5, výstup suchého recyklátu a výstup do odsavače 13 jemného prachu, ve kterém docházelo k odlučování suchého jemného prachu G a čistého vzduchu E.

Sušicí pec 4 byla provzdušňována predehřátým vzduchem E, který byl přiváděn z dmychadla 7, udržoval abrazivo A ve vznosu a tím urychloval proces sušení. Stejný proud vzduchu E vysušená zrna abrasiva C dopravoval výstupem B suchého recyklátu ze sušicí pece 4 na výstupní třídič 8, ze kterého sítem propadalo vysušené abrazivo do zásobníku 9, kterým byl 1000 kg big-bag, případná větší zrna D vzniklá v sušicí peci 4 vlivem vysoké teploty, která může způsobit “zpečení” několika zrn sušeného materiálu, se dopravily do malého zásobníku 10 určeného pro odpad. Na sušicí pec 4 byl také napojen odsavač jemného prachu 13, který odsával zbytkovou prachovou složku G obsaženou ve vytříděném abrasivu a tím

zabezpečoval bezprašný provoz sušící jednotky. Zásobník 1 byl opatřen rozrušovačem klenby 2, odvodněními 12, pro odtok vytlačované odpadní vody F.

Příklad 3

Proces sušení v sušičce recyklátu

Zásobník mokrého abraziva 1 byl naplněn recyklátem ^{α2} abraziva almandinový granát australského původu o hmotnosti 1000 kg, velikosti zrna 150-300 μm, 80 MESH.

1. Byla spuštěna linka, a to: dmychadlo 7 pece 4, dopravní dmychadlo, výstupní vibrátor 8 a topné spirály 5. Systém čekal na dosažení startovní provozní teploty, jejíž hodnota byla nastavena na 150 °C. Po jejím dosažení zahájil dávkování abraziva minimální stanovenou intenzitou, která činila 0,4 kg za minutu. Po dosažení teploty 160 °C se vypnuly topné spirály. Zavedením prvních dávek abraziva se teplota v peci snižovala, při poklesu na teplotu 155 °C se znovu zapnuly topné spirály a při dalším poklesu na 140 °C se zastavilo dávkování abraziva. Teplota klesla na 138 °C. Jak bylo abrazivo provzdušňováno a ohříváno, postupně se vysušovalo a teplota v peci začala stoupat během dalších 5 minut opět k 170 °C. Jakmile byla dosažena teplota 150 °C, bylo opět spuštěno dávkování abraziva. Po dosažení 160 °C byly opět vypnuty spirály.

2. Po prvním vypnutí spirál ŘS zahájí fázi ladění, při které upravuje otáčky šnekového dopravníku 3 a tím intenzitu dávkování. Pokud teplota v peci přesáhla stanovenou mez 160 °C, došlo k vypnutí topných spirál a zvýšila se intenzita dávkování o stanovený krok 5 %. Jakmile teplota v peci klesla pod stanovenou mez 140 °C, došlo k vypnutí dávkování a snížila se intenzita dávkování o stanovených 5 % z aktuálního dávkovaného množství, po nárůstu teploty na 150 °C se opět dávkování zapnulo.

Tím, že systém zahájil ladění až po prvním vypnutí spirál, byl odstraněn přechodový jev, kdy teplota v peci vystoupá nad 160 °C i při dávkování velmi mokrého materiálu kvůli přítomnosti starého vysušeného abraziva. Bez tohoto kroku by systém příliš brzo zvýšil intenzitu dávkování.

3. Při další události vypnutí spirál či vypnutí dávkování upravil systém intenzitu dávkování následovně na základě poslední provedené změny:

Úprava dávkování	Aktuální událost
------------------	------------------

31.10.15

Poslední událost	Vypnutí spirál	Vypnutí dávkování
Vypnutí spirál	+ stanovený krok	- poslední změna / 2
Vypnutí dávkování	+ poslední změna / 2	- stanovený krok

Konkrétně došlo:

v kroku a) k vypnutí spirál nárůstem teploty nad 160 °C, zvýší se dávkování o 5 % na 30,6 kg/h~~bd~~,

a v kroku b) k dalšímu vypnutí spirál nárůstem teploty nad 160^y°C, zvýší se dávkování o 5 % hodnoty kroku a) na 31,9 kg/h~~bd~~,

v kroku c) k vypnutí dávkování poklesem teploty, sníží se poslední zvýšení v kroku b) o polovinu na 31,1 kg/h~~bd~~,

v kroku d) k dalšímu vypnutí dávkování poklesem teploty, snížilo se dávkování o 5 % posledního dávkování na 29,6 kg/h~~bd~~.

Obecně byl systém nastaven takto:

Dojde-li

k vypnutí spirál nárůstem teploty, zvýší se dávkování o 5 %,

v dalším kroku dojde k dalšímu vypnutí spirál, zvýší se dávkování o 5 % hodnoty kroku a).

Nebo dojde-li

k vypnutí spirál nárůstem teploty, zvýší se dávkování o 5 % poslední hodnoty, v dalším kroku dojde k vypnutí dávkování poklesem teploty, sníží se dávkování o polovinu 5 % hodnoty předchozího kroku.

4. Protože při opakovaném dělení velikosti změny postupně tato hodnota klesala k nule, byl stanoven limit (0, 5 %), pod který byla změna bezvýznamná. Ve chvíli kdy systém dospěl do situace, že měl upravit intenzitu dávkování o tuto bezvýznamnou změnu, provedl restartování celého procesu ladění změnou o celý stanovený krok 5 %.

Popis řízení sušící linky

Primárním principem řízení sušící linky je regulace dávkování abraziva na základě teploty v sušící peci. Řídicí systém kontinuálně vyhodnocuje aktuální teplotu a na základě tohoto údaje rozhoduje o:

- zapnutí či vypnutí topných spirál – řízeny na základě hystereze teploty
- zapnutí či vypnutí dávkování abraziva – řízeno na základě hystereze teploty

- změně intenzity dávkování abraziva – je podmíněna spínáním spirál a dávkování,

Příklad 4

Z řezacího stolu 20 byl řezací kal H přečerpán na rovný vibrační třídič 16, který separoval mokré abrazivo 80 MESH od menších a větších částic. Toto mokré abrazivo A z třídiče 16 padalo do textilního pytle 17 tzv. big bagu. Pytel 17 naplněný mokrým abrazivem A byl pověšen na vzduchu po dobu 3 dní, pro vykapání přebytečné vody. Obsah pytle byl po té vsypán do zásobníku 1 mokrého abraziva A sušičky recyklátu.

Příklad 5

Z řezacího stolu 20 byl řezací kal H přemístěn do zásobníku 18 řezacího kalu. Po naplnění zásobníku 18 řezacího kalu byl řezací kal H dopravován šnekovým dopravníkem na rovný vibrační třídič 16, který separoval mokré abrazivo 50 MESH na podsítnou frakci, která obsahovala vodu I s jemným odpadem a nadsítnou frakci, která obsahovala mokré vytříděné abrazivo A. Mokrý vytříděný abrazivo A bylo dopravováno do zásobníku 17 a voda I s jemným odpadem do zásobníku 22. Obsah zásobníku 17, kterým bylo mokré vytříděné abrazivo A, byl po té vsypán do zásobníku 1 mokrého abraziva A sušičky recyklátu.

Příklad 6

Sušička recyklátu obsahovala zásobník 1 mokrého abraziva A, který byl šnekovým dopravníkem 3 propojen se sušicí pecí 4, dmychadlo 7, odsavač jemného prachu 13, třídič 8 a zásobník 9 suchého vytříděného recyklátu C a zásobník 10 suchého hrubého odpadu D.

Do sušicí pece 4 ústl šnekový dopravník 3, obsahovala topné spirály 6, přívod vzduchu z dmychadla 7, tlakový senzor 11, teplotní čidla 5, výstup suchého recyklátu a výstup do odsavače 13 jemného prachu, ve kterém docházelo k odlučování suchého jemného prachu G a čistého vzduchu E.

Sušička byla spuštěna a to: dmychadlo 7 sušicí pece 4, dopravní dmychadlo, výstupní vibrátor 8 a topné spirály 5. Systém čekal na dosažení startovní provozní teploty, jejíž hodnota byla nastavena na 150 °C. Po jejím dosažení zahájil dávkování abraziva A do sušicí pece 4 šnekovým dopravníkem 1 minimální stanovenou intenzitou, která činila 0,4 kg za minutu. Po

dosažení teploty 160 °C se vypnuly topné spirály. Zavedením prvních dávek abraziva se teplota v peci snižovala, při poklesu na teplotu 155 °C se znovu zapnuly topné spirály a při dalším poklesu na 140 °C se zastavilo dávkování abraziva. Teplota klesla na 138 °C. Jak bylo abrazivo provzdušňováno a ohříváno, postupně se vysušovalo a teplota v peci začala stoupat během dalších 5 minut opět k 170 °C. Jakmile byla dosažena teplota 150 °C, bylo opět spuštěno dávkování abraziva. Po dosažení 160 °C byly opět vypnuty spirály. Sušící pec byla provzdušňována přehřátým vzduchem E, který byl přiváděn z dmýchadla 7, udržoval abrazivo A ve vznosu a tím urychloval proces sušení.

Po prvním vypnutí spirál ŘS zahájil fázi ladění, při které upravoval otáčky šnekového dopravníku 3 a tím intenzitu dávkování. Pokud teplota v peci přesáhla stanovenou mez 160 °C, došlo k vypnutí topných spirál a zvýšila se intenzita dávkování o stanovený krok 5 %. Jakmile teplota v peci klesla pod stanovenou mez 140 °C, došlo k vypnutí dávkování a snížila se intenzita dávkování o stanovených 5 % z aktuálního dávkovaného množství, po nárůstu teploty na 150 °C se opět dávkování zapnulo.

Tím, že systém zahájil ladění až po prvním vypnutí spirál, byl odstraněn přechodový jev, kdy teplota v peci vystoupá nad 160 °C i při dávkování velmi mokrého materiálu kvůli přítomnosti starého vysušeného abraziva. Bez tohoto kroku by systém příliš brzo zvýšil intenzitu dávkování.

Při další události vypnutí spirál či vypnutí dávkování upravil systém intenzitu dávkování následovně na základě poslední provedené změny:

Úprava dávkování	Aktuální událost	
Poslední událost	Vypnutí spirál	Vypnutí dávkování
Vypnutí spirál	+ stanovený krok	- poslední změna / 2
Vypnutí dávkování	+ poslední změna / 2	- stanovený krok

Proud vzduchu E vysušená zrna abrasiva C dopravoval výstupem B suchého recyklátu ze sušící pece 4 na výstupní třídič 8, ze kterého sítem propadalo vysušené abrazivo do zásobníku 9, kterým byl 1000 kg big-bag, případná větší zrna D vzniklá v sušící peci 4 vlivem vysoké teploty, která může způsobit “zpečení” několika zrn sušeného materiálu, se dopravily do malého zásobníku 10 určeného pro odpad. Na sušící pec 4 byl také napojen odsavač jemného prachu 13, který odsával zbytkovou prachovou složku G obsaženou ve vytříděném abrasivu a tím zabezpečoval bezprašný provoz sušící jednotky. Zásobník 1 byl opatřen rozrušovačem klenby 2, odvodněními 12, pro odtok vytlačované odpadní vody F.

Seznam vztahových značek

- A. Mokrý vytríděný recyklát (*Abrasive*)
 - B. Výstup suchého recyklátu ze sušící pece
 - C. Suchý vytríděný recyklát
 - D. Suchý hrubý odpad
 - E. Vzduch
 - F. Odpadní voda
 - G. Suchý jemný odpad
 - H. Řezací kal
 - I. Voda s jemným odpadem
 - J. Čistá voda (oplachová)
-
- 1. Zásobník mokrého vytríděného recyklátu
 - 2. Rozrušovač klenby
 - 3. Šnekový dopravník
 - 4. Sušící pec
 - 5. Teplotní senzor
 - 6. Topné spirály
 - 7. Vzduchové dmychadlo
 - 8. Výstupní třídič
 - 9. Velkoobjemový vak (Big-Bag) pro suchý vytríděný recyklát
 - 10. Nádobu pro suchý hrubý odpad
 - 11. Tlakový senzor
 - 12. Odvodnění zásobníku
 - 13. Odsavač jemného prachu
 - 14. Odkalovací systém řezacího stolu
 - 15. Třídící jednotka
 - 16. Třídič
 - 17. Velkoobjemový vak (Big-Bag) pro mokrý vytríděný recyklát
 - 18. Zásobník řezacího kalu

19. Šnekový dopravník vertikální
20. Řezací stůl
21. Čerpadlo
22. Velkoobjemový vak (Big-Bag) pro jemný mokrý odpad

Průmyslová využitelnost

Řezání vysokotlakým vodním paprskem, příslušenství k CNC strojům pro řezání vysokotlakým vodním paprskem. Recyklace abrazivních materiálů používaných pro řezání vysokotlakým vodním paprskem.

PATENTOVÉ NÁROKY

31.10.15

~~TV 2015-961~~

1. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu, vyznačující se tím, že řezací kal ^{už} se dopraví na vibrační třídící ^(K) ve kterém se abrazivo ^{už} separe ^{už} od menších a větších částic, ^{už} uloženo do vodopropustného obalu (17), po vykapání přebytečné vody se mokrý vytríděný recyklát (A) převede do zásobníku (1) mokrého vytríděného recyklátu, šnekovým dopravníkem (3) se dopraví do sušící pece (4), vyhřívané topnými spirálami (6), provzdušňované vyhřátým vzduchem (E), ^{už} teplota v peci se ^{už} reguluje vypínáním a zapínáním spirál a rychlostí dávkování mokrého vytríděného recyklátu (A) šnekovým dopravníkem (3), vysušená zrna abrasiva (C) se dopravují výstupem (B) suchého recyklátu ze sušící pece (4) na výstupní třídící (8), ze kterého ^{už} sítím propadlé vysušené abrazivo (C) se dopraví do zásobníku (9) pro suchý vytríděný recyklát (C).
2. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 1, vyznačující se tím, že teplota v peci (4) se ^{už} reguluje v rozmezí mezi 130^oC až 170^oC.
3. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 1, vyznačující se tím, že spirály ^{se} jsou ^{už} vypnuty překročí-li teplota v peci (4) 160^oC a zároveň se zvýší výkon dávkování mokrého vytríděného recyklátu (A) o stanovený krok.
4. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 3, vyznačující se tím, že spirály ^{se} jsou ^{už} zapnuty klesne-li teplota v sušící peci (4) pod 140^oC a zároveň se sníží výkon dávkování mokrého vytríděného recyklátu (A) o stanovený krok.
5. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 3, vyznačující se tím, že stanovený krok činí 5 % aktuálního dávkovacího výkonu.

6. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 1, vyznačující se tím, že na sušicí pec (4) ^{se} ~~byl~~ napojen¹ odsavač jemného prachu (13), který odsává¹ zbytkovou prachovou složku (G).
7. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 1, vyznačující se tím, že ze zásobníku (1) ^{se} ~~byla~~ odvodněními (12) odváděna odpadní voda (F).
8. Způsob recyklace abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 1, vyznačující se tím, že rozrušovačem klenby (2), ^{se} ~~byl~~ mokrý vytríděný recyklát v zásobníku (1) mechanicky rozhrabová¹.
9. ^{provádění způsobu} Sušička recyklátu k recyklaci abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 1, vyznačující se tím, že obsahuje zásobník (1) mokrého abraziva (A), který je šnekovým dopravníkem (3) propojen se sušicí pecí (4), která obsahuje alespoň jednu topnou spirálu (6), tlakový senzor (11), alespoň jedno teplotní čidlo (5), je opatřena přívodem vzduchu (E) z dmyhadla (7), výstupem (B) suchého recyklátu (C), který ústí na třídič (8) a prostor pod sítím třídiče (8) ústí do zásobníku (9) suchého vytríděného recyklátu (C).
10. Sušička recyklátu k recyklaci abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 9, vyznačující se tím, že sušicí pec (4) je napojena na odsavač jemného prachu (13) k odlučování suchého jemného prachu (G) a čistého vzduchu (E).
11. Sušička recyklátu podle nároku 9, vyznačující se tím, že zásobník (1) je opatřen rozrušovačem klenby (2) pro odtok vytlačované odpadní vody (F).
12. Sušička recyklátu podle nároku 9, vyznačující se tím, že zásobník (1) je opatřen odvodněním (12).
13. Sušička recyklátu podle nároku 9, vyznačující se tím, že prostor nad sítím třídiče (8) ústí do zásobníku (10) suchého hrubého odpadu (D).

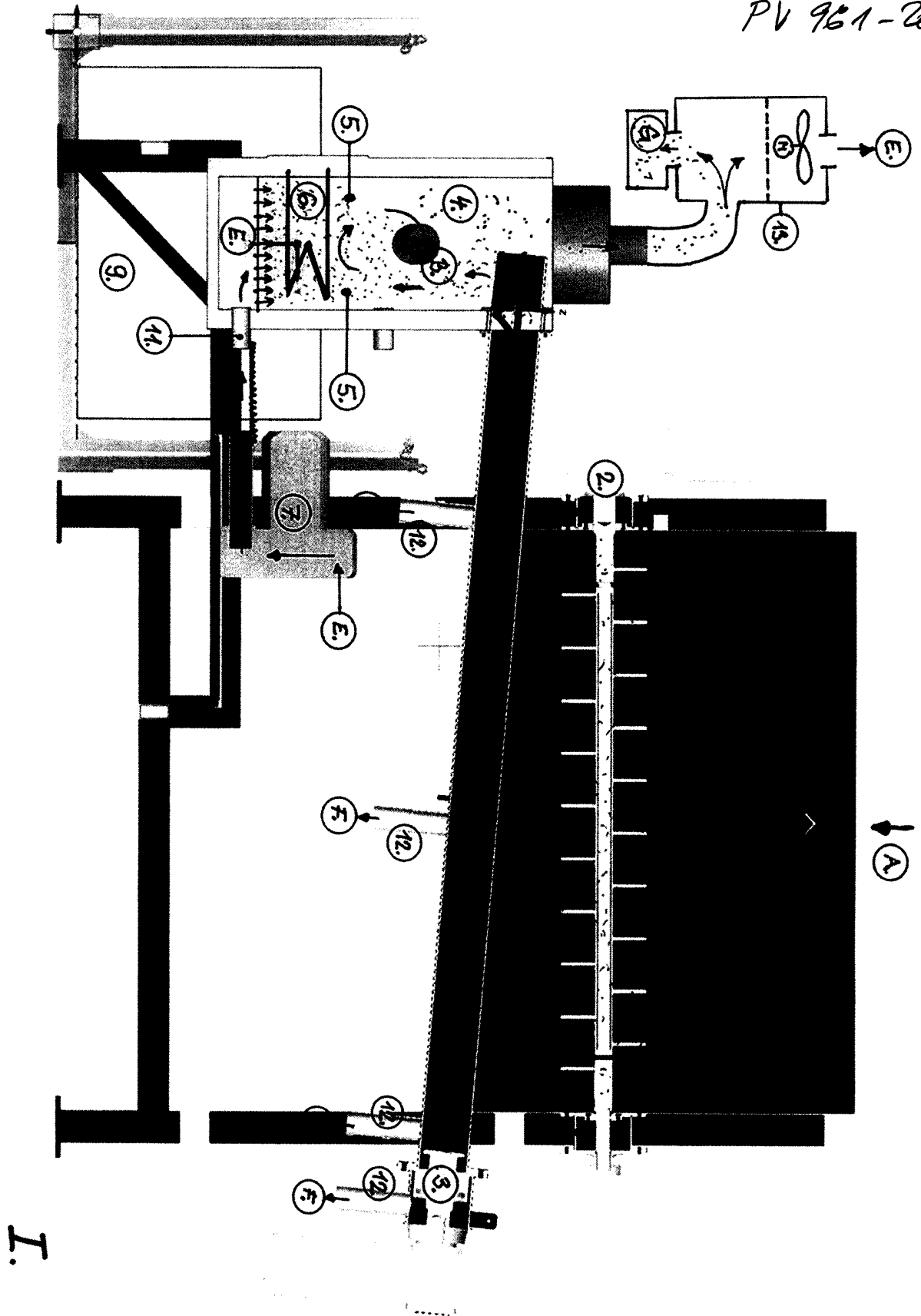
provádění způsobu

14. Recyklační jednotka k ~~recyklaci~~ ^{provádění způsobu} abraziva z řezání vysokotlakým vodním paprskem z řezacího kalu podle nároku 1 | vyznačující se tím, že obsahuje rovinný třídič (16), který obsahuje síto o velikosti ok 3 až 4 mm a síto o velikosti ok 0,5 až 1 mm a přívod řezacího kalu (H), přičemž prostor nad sítem s velikostí ok 0,5 až 1 mm rovinného třídiče (16) ústí do zásobníku (17) pro mokrý vytríděný recyklát (A) a prostorem pod sítem s velikostí ok 0,5 až 1 mm rovinného třídiče (16) odchází voda (I) s jemným odpadem.

1/2

31.10.15

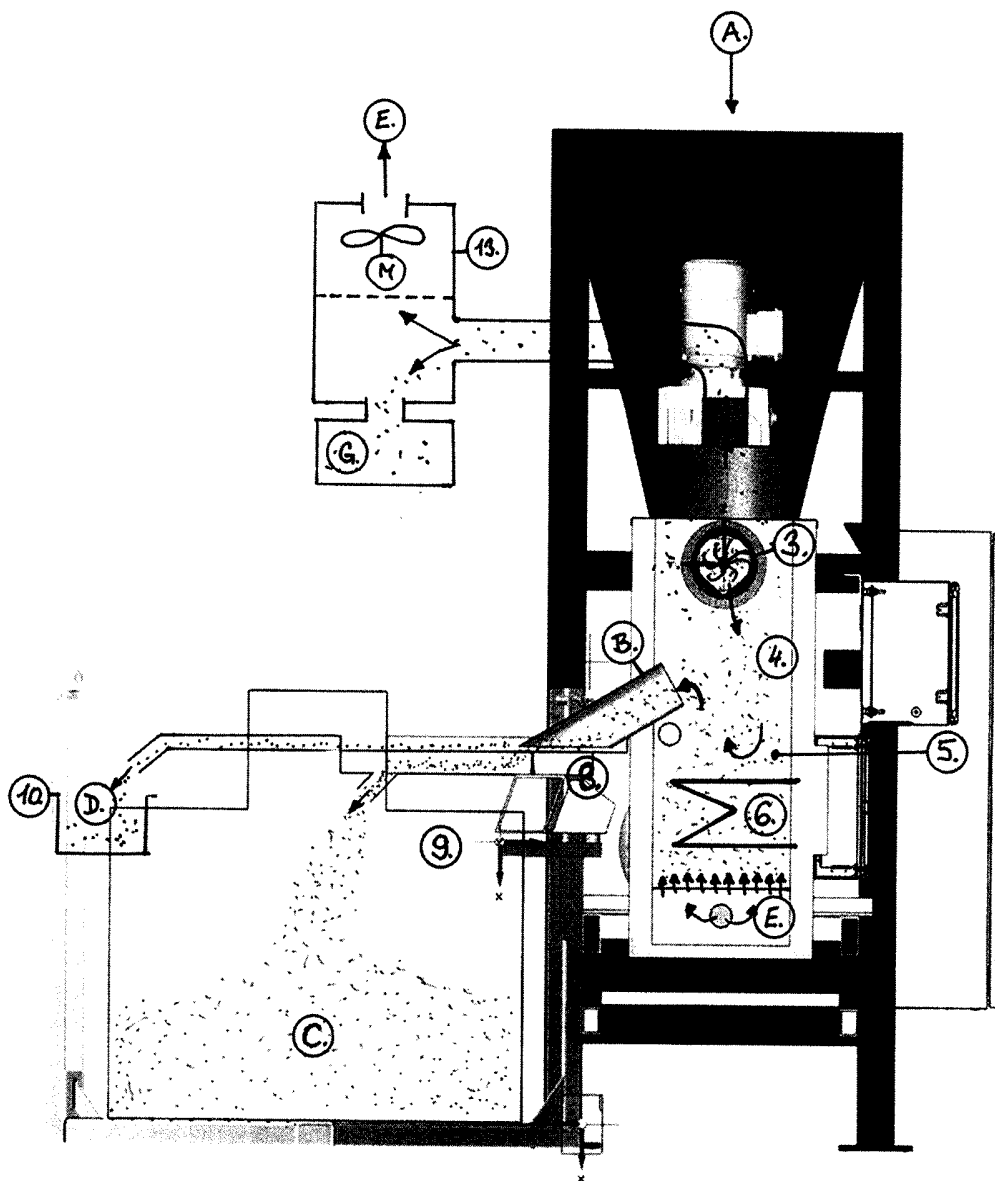
PV 961-2015



Obr. 1

2/7

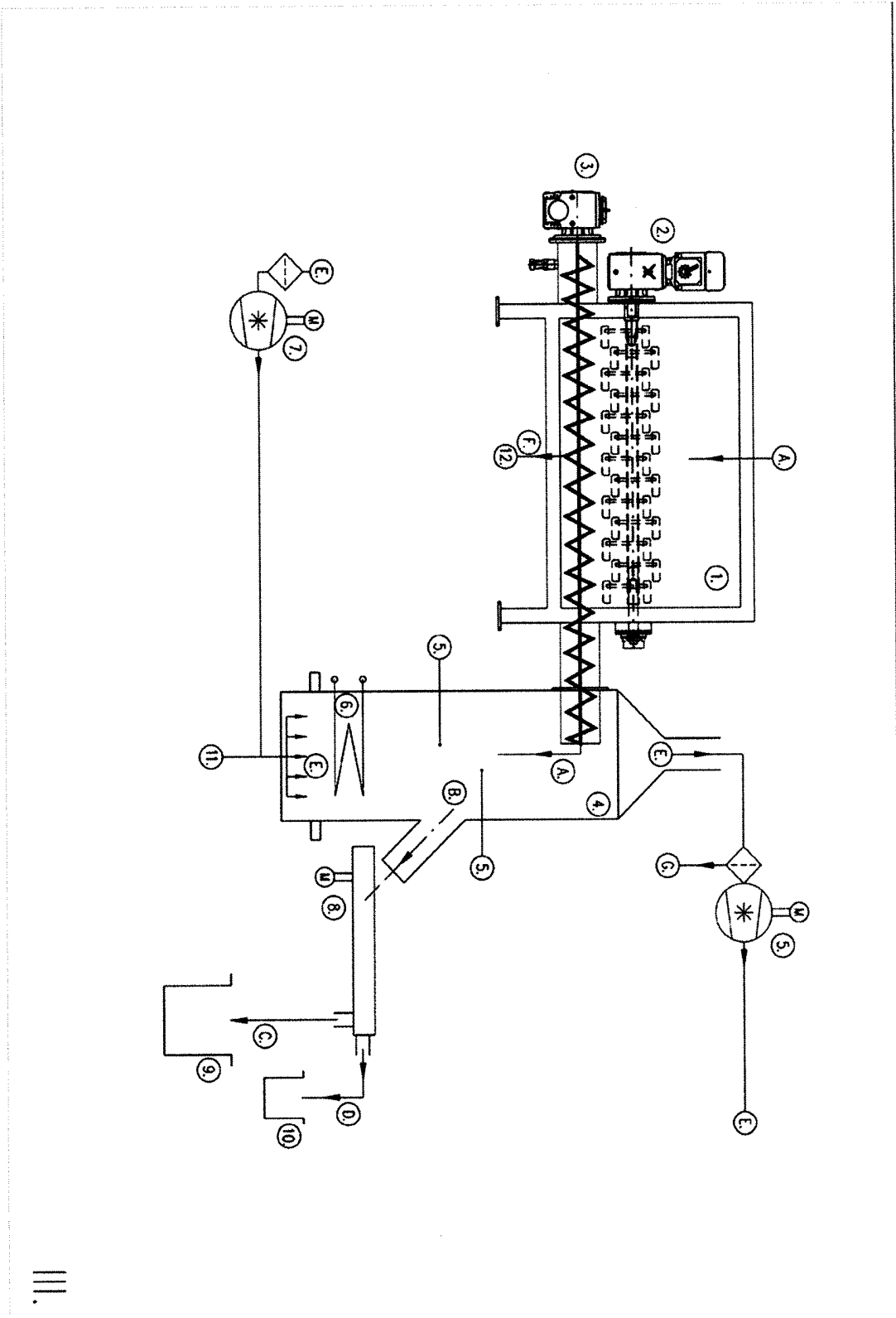
31.12.15



II.

Obr. 2

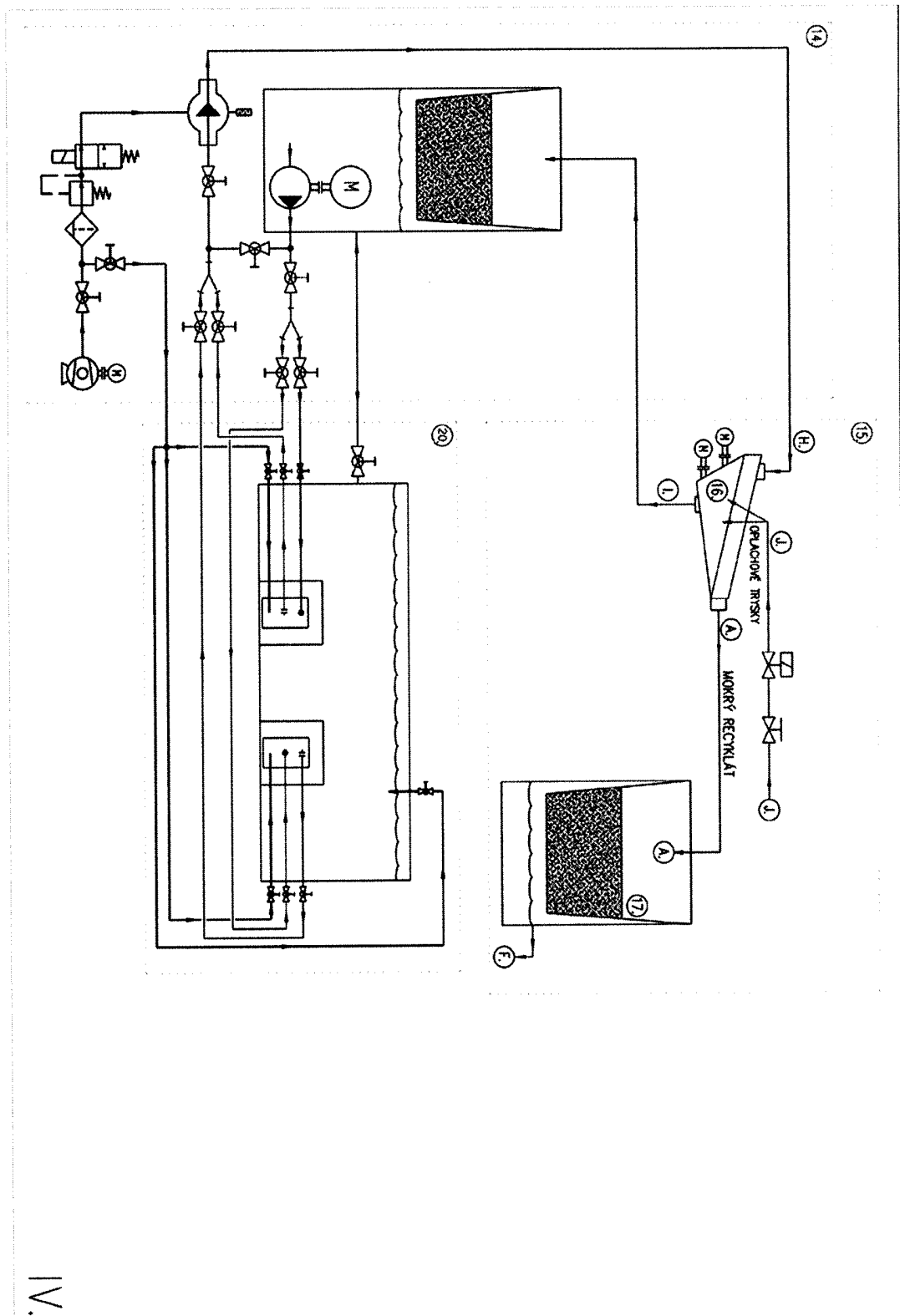
3/7



Obr. 3

4/7

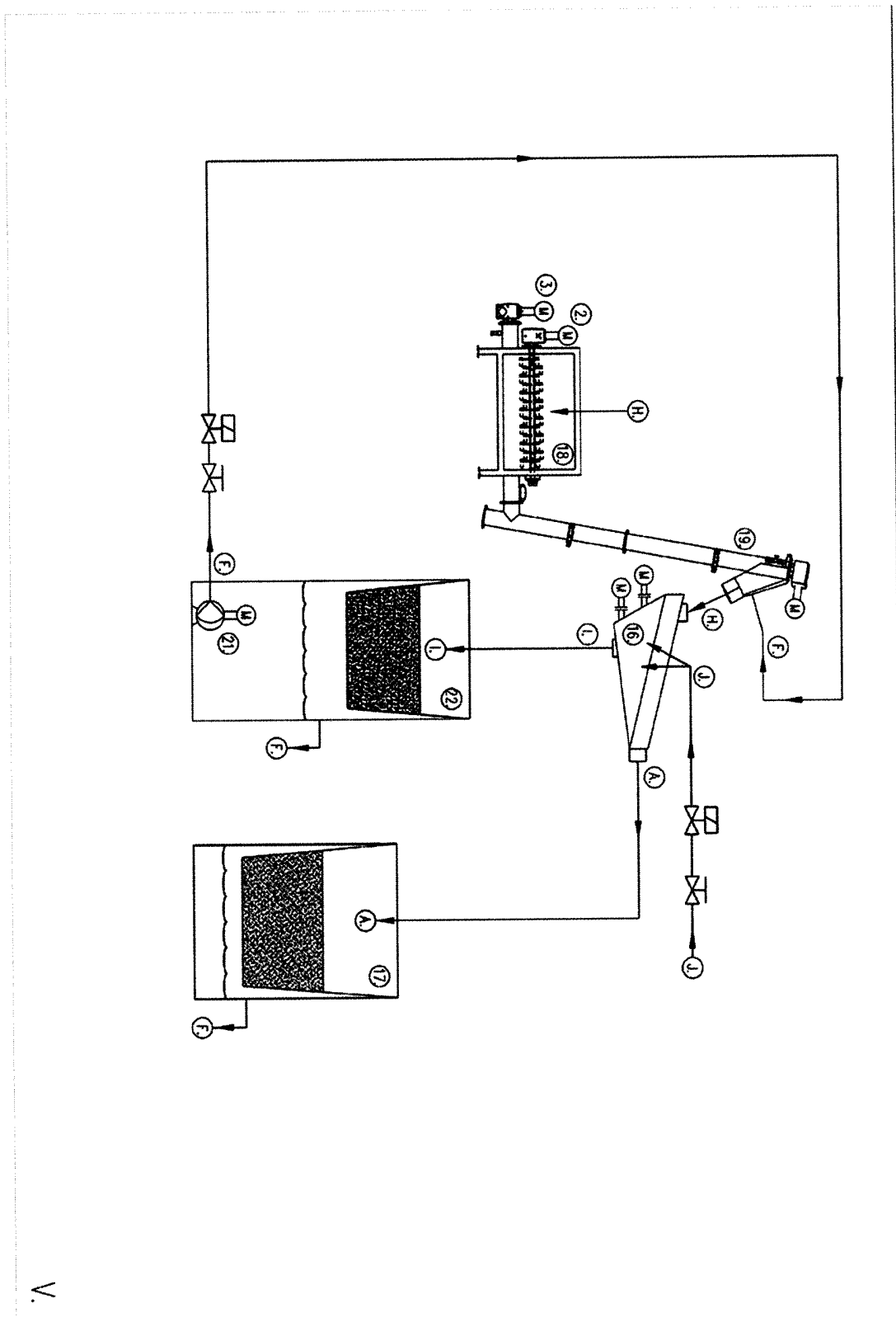
31.12.15



Obr. 4

5/7

31.10.15



Obr. 5

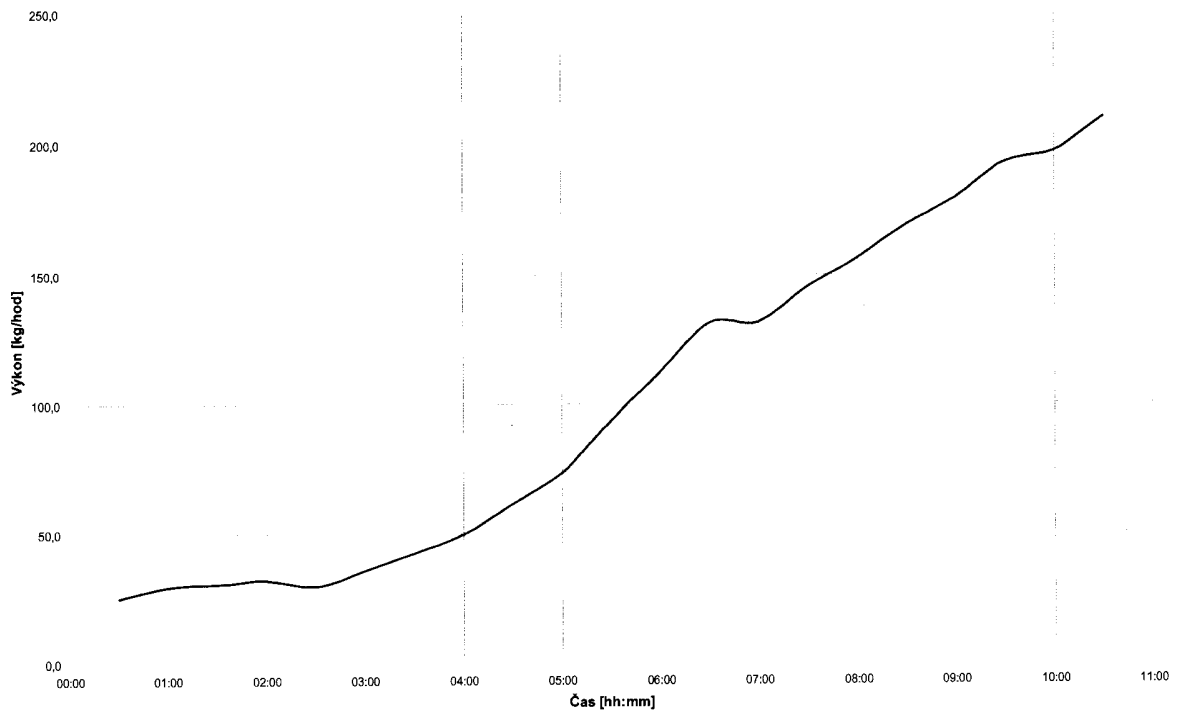
Čas [hh:mm]	Výkon [kg/hod]	Produkce [kg]
-------------	----------------	---------------

C/7

31.10.15

00:30	24,9	12,4
01:00	29,3	14,7
01:30	30,6	15,3
02:00	31,9	15,9
02:30	29,6	14,8
03:00	35,7	17,8
03:30	42,5	21,2
04:00	49,8	24,9
04:30	61,5	30,7
05:00	73,2	36,6
05:30	93,7	46,9
06:00	112,9	56,5
06:30	131,7	65,8
07:00	131,9	66,0
07:30	145,4	72,7
08:00	156,3	78,1
08:30	169,2	84,6
09:00	179,5	89,7
09:30	192,8	96,4
10:00	197,2	98,6
10:30	210,2	105,1

Obr. 6



Obr. 7

7/8

Obr. 8

