

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2015-205

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

B22F 7/02 (2006.01)

B22F 3/105 (2006.01)

B29C 67/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **24.03.2015**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **05.10.2016**
(Věstník č. 40/2016)

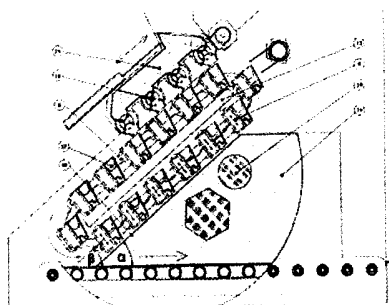
(71) Přihlašovatel:
Jan Holík, Kašava, CZ

(72) Původce:
Jan Holík, Kašava, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Jan Görig, UTB ve Zlíně, Univerzitní institut,
nám. T.G.Masaryka 5555, 760 01 Zlín

(54) Název přihlášky vynálezu:
Zařízení k tisku 3D objektů

(57) Anotace:
Zařízení k tisku 3D objektů, s možností současného tisku více vrstev objektů, je opatřeno násypkami (17) k nanášení stavebního prášku (15) po jednotlivých vrstvách na tiskovou plochu (18) a tiskovými hlavami (4) se soustavami trysek k tisku 3D objektů přiváděním pojiva nebo vytvrzujícího paprsku ke stavebnímu prášku (15) v příslušných oblastech. Tisková plocha (18) je posuvná horizontálně na pásovém dopravníku nebo vertikálně na zvedacím stole a nad touto tiskovou plochou (18) je v nastavitelném úhlu (β) umístěn dopravník (6) pro tisk, na němž jsou uchyceny jednotlivé násypky (17) a za nimi umístěné tiskové hlavy (4), které jsou svým podélným tvarem orientovány příčně na směr pohybu dopravníku (6) pro tisk.



CZ 2015 - 205 A3

Zařízení k tisku 3D objektů

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení k tisku 3D objektů s rozšířeným rozsahem pohybu ve více osách.

Dosavadní stav techniky

3D tisk je proces, při kterém se prostřednictvím specifického zařízení vytvářejí trojrozměrné objekty z vhodného materiálu. Tisk po vrstvách je řízen ovládací elektronikou na základě programové předlohy.

V současné době se pro 3D tisk objektů využívá nejvíce 3D tiskáren používajících jako stavební materiál různé druhy plastů ABS, atd. Pro tisk používají jednu nebo více tiskových hlav obsahujících několik trysek, kterými nanášejí stavební materiál na bázi tavenin plastů v jedné vrstvě po dráze určené strojem podle číslíkového programu (NC, CNC). Roztavený materiál při tisku po krátkém čase tuhne a tvoří pevný tvar.

Druhý typ používaný převážně u průmyslových 3D tiskáren používá také jednu tiskovou hlavu, ale může se lišit použitou technologií. Tisková hlava pro aplikaci pojiva má tisíce trysek. Tyto 3D tiskárny pracují se stavebním práškem, ze kterého se vytváří tištěný objekt. Stavební prášek může být na bázi keramiky, písku, kovu, atd. Na uvedení stavebního prášku do pevného stavu se používají různé druhy pojiva nebo vytvrzujících laserových paprsků aplikované při tisku na stavební prášek tiskovou hlavou. Konstrukční nevýhodou současných tiskáren tohoto typu je, že pokud se nanáší stavební prášek, tisková hlava stojí, což zpomaluje výrobu. Není tedy možné tisknout při nanášení stavebního prášku.

Běžně známé 3D tiskárny mají také většinou dosti omezený pracovní prostor, což limituje možnou maximální velikost zhotoveného výrobku. Díly větších rozměrů se pak musí tisknout po částech a teprve následně poskládat v jeden celek. S ohledem na zřejmé nevýhody takového postupu se objevují snahy odstranit nebo alespoň zmírnit tato rozměrová omezení.

Příkladem dílčího řešení uvedeného problému může být způsob a zařízení pro výrobu trojrozměrných objektů 3D tiskem podle německé přihlášky vynálezu DE102010015451. Tištěný 3D objekt je zde tvořen ze stavebního prášku, který je dodáván pro stavbu objektů zásobovacím zařízením po jednotlivých vrstvách. Tvar objektu tvoří tisková hlava uložená na vetknutém rámu pod definovaným úhlem, což umožňuje 3D tisk objektů s většími rozměry než stávající malá zařízení. Jeden rozměr zde totiž není omezen velikostí stroje, protože vytištěný díl se pomocí přepravníku odvádí od tiskové hlavy do prostoru dostupného i pro obsluhu při plném provozu stroje. Rozměry dílu jsou ale i v tomto případě omezeny šířkou a výškou rámu

stroje. Toto řešení urychluje výrobu, neboť se provoz 3D tiskárny nemusí při manipulaci s vytisknutým dílem vůbec zastavovat. Konstrukce uvedeného zařízení pro 3D tisk ale nedovoluje současný pohyb k nanášení stavebního prášku a pohyb tiskové hlavy, což pak zabraňuje tomu, aby byla výroba ještě rychlejší, např. tak, aby byla dostačující pro uplatnění v hromadné výrobě.

Podstata vynálezu

K odstranění výše uvedeného nedostatku přispívá do značné míry zařízení k tisku 3D objektů podle vynálezu, jehož konstrukce umožňuje, aby všechny operace 3D tisku probíhaly současně a ve více vrstvách. Toto zařízení je, obdobně jako výše uvedené známé zařízení, vybaveno horizontálně nebo vertikálně posuvnou tiskovou plochu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že nad touto tiskovou plochou je v nastavitelném úhlu umístěn dopravník pro tisk. Na dopravníku pro tisk jsou uchyceny jednotlivé násypky k nanášení stavebního prášku po jednotlivých vrstvách na tiskovou plochu, která jsou svým podélným tvarem orientována příčně na směr pohybu dopravníku pro tisk. Za každou násypkou je pak umístěna tisková hlava, jež má po celé své délce trysky potřebné k tisku tvarů 3D objektů.

Hlavní přínos vynálezu spočívá v tom, že dopravník pro tisk s tiskovými hlavami a násypkami a pásový dopravník tiskové plochy s vytisknutým dílem nebo díly se pohybují při 3D tisku současně. Regulací rychlosti těchto pohybů a rychlosti nanášení stavebního prášku se seřizuje tloušťka nanášené vrstvy i úhel tiskové plochy.

Dopravník pro tisk je může být tvořen nekonečným pásem s možností cyklické rotace na něm uchycených násypek a tiskových hlav v průběhu tisku.

V odlišném uspořádání s dopravníkem pro tisk rovnoběžným s tiskovou plochou, tzn. s úhlem $\beta=0$ může být dopravník pro tisk tvořen dopravníkem s kmitavým pohybem násypek a tiskových hlav z jedné strany na druhou, bez cyklické rotace. Jedna tisková hlava je v tomto případě opatřena dvěma násypkami.

Zařízení podle vynálezu má nad dopravníkem pro tisk umístěn dávkovač stavebního prášku pro jednotlivá tisková ústrojí. Tento dávkovač má lineární vedení pro možnost pohybu a zásobování při provozu tisku

Data, která řídí násypky a tiskové hlavy mohou být odeslána přes datový kabel, ale s výhodou bezdrátově přes wi-fi.

Dopravník pro tisk může být také vybaven čistícím zařízením tiskových hlav.

Zařízení k tisku 3D objektů podle vynálezu je výhodné především svojí konstrukcí umožňující natisknutí více vrstev kontinuálně za sebou bez nutnosti zastavení.

Toto zařízení v uspořádání podle vynálezu umožňuje především tedy zrychlení výroby 3D objektů. Tohoto zrychlení se dosahuje odlišnou konstrukcí pro tisk, zapojením více násypek tvořící jednotlivé vrstvy ze stavebního prášku pro tisk a zapojením více tiskových hlav, které vytváří tvar objektu. Tato změna si vyžaduje, aby násypka s práškem byla společně s tiskovou hlavou za sebou. Zapojení více násypek a tiskových hlav do tiskového procesu umožňuje natisknutí více vrstev v jednom cyklu, což je základ zrychlení oproti stávajícím řešením.

Technika zrychlení tisku je dále docílena konstrukčním principem, kdy násypka, tisková hlava a tisková plocha se vůči sobě navzájem současně pohybují. Regulací rychlostí všech posuvů 3D tisku se seřizuje tloušťka a úhel nanesené vrstvy stavebního prášku. Při zahájení tisku se dává do pohybu násypka společně s tiskovou hlavou a násypka začíná sypat stavební prášek na tiskovou plochu. V současném pohybu je i nanášená tisková plocha, kterou pohybuje pásový dopravník nebo stůl. Jakmile se plocha prvního tisku po určitém čase postupně posune o vzdálenost odpovídající tloušťce vrstvy, která je potřebná pro další vrstvu, začíná druhá násypka nanášet druhou vrstvu. Každá násypka s tiskovou hlavou je dvojice tvořící svoji jednu vrstvu i tisk a pohybují se v určité vzdálenosti za předchozí dvojicí. Tato dvojice má lineární vedení, které dovoluje pomocně kopírovat klesající tiskovou plochu. Takto vzniká za sebou více vrstev ve stejném čase bez nutnosti zastavení, až do dosažení požadované velikosti tištěného objektu.

3D tisk samotný probíhá nanesením stavebního prášku v tenké vrstvě na tiskovou plochu násypkou a následným nastříknutím pojiva nebo aplikací laseru na tento prášek tiskovou hlavou. V oblastech stavebního prášku, kde je pojivo použito, vznikají pevné tvary. V oblastech stavebního prášku, kde se pojivo nepoužije, zůstává stavební prášek v sypkém stavu. Při tisku prášků kovů se používá chemické pojivo, které se po nastříkání na stavební prášek vytvrzuje topným tělesem. Taktéž se při tisku z kovů používají lasery, kdy z tiskové hlavy vycházejí laserové paprsky a ty při velké teplotě spékají stavební prášek měnící se na pevný tvar. V místech, kde nebyl na tiskové ploše použit laser, zůstává stavební prášek v sypkém stavu.

Vytištěný objekt je obklopen sypkým stavebním práškem, který při tisku nebyl vytvrzen pojivem či laserem a jeho následné odstranění se provádí za použití odsávání. Sypký materiál, který i po odsátí ulpí na vytištěném objektu je odstraněn např. kartáčováním.

Objasnění výkresů

K bližšímu objasnění podstaty vynálezu přispívají přiložené výkresy, kde představuje:

Obr. 1 – příklad konstrukce pro kontinuální vícevrstvý tisk 3D objektů s úhlovým uspořádáním a horizontálním posuvem tiskové plochy,

Obr. 2 – funkční schéma kontinuálního vícevrstvého 3D tisku,

Obr. 3 – detail uspořádání násypky a tiskové hlavy

Obr. 4 – příkladné provedení zařízení pro kontinuální vícevrstvý tisk 3D objektů

s rovnoběžným (vodorovným) uspořádáním a vertikálním posuvem tiskové plochy,

Obr. 5 – příkladné provedení zařízení pro tisk 3D objektů s rovnoběžným (vodorovným) uspořádáním bez rotace násypek a tiskových hlav

Obr. 6 – příkladné provedení uspořádání násypek a tiskové hlavy pro tisk 3D objektů s rovnoběžným uspořádáním a kmitavým pohybem násypek a tiskových hlav.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1

V příkladném provedení zařízení pro kontinuální vícevrstvý tisk 3D objektů s úhlovým uspořádáním (viz obr. 1 a 2) je tisková plocha 18 s naneseným stavebním práškem 15 posuvná na pásovém dopravníku 7 na obr.1 ve směru šipky vyznačené na obr.2. Za stěnou 8 zařízení je nad tiskovou plochou 18 (viz obr.2) úhlově uložen dopravník 6 pro tisk, jehož pohyb je přes ozubené kolo 12 odvozen od pohonu 11 dopravníku pro tisk. Na tomto dopravníku 6 pro tisk jsou v úchytech 3 uchyceny násypky 17 a tiskové hlavy 4, které jsou svým podélným tvarem orientovány příčně na směr pohybu dopravníku 6 pro tisk. Násypky 17 nanášejí stavební prášek 15 po jednotlivých vrstvách 20 (viz obr. 4) na tiskovou plochu 18 (obr. 2) a tiskové hlavy 4 soustavami trysek vypouštějí pojivo na jednotlivé vrstvy 20 (obr. 4), které zasychá. Tak se tvoří 3D objekt 19 (obr. 2). Na obr. 3 je detail, kde násypka 17 nanáší vrstvu o tloušťce 25, kterou upravuje urovnávač povrchu 27 s tím, že a v zápětí aplikuje tisková hlava 4 přes trysky pojivo.

Princip nanášení více vrstev 20 je znázorněn na obr.4. Při nanášení vrstev 20 je v pohybu stůl 21, který má stejnou funkci jako pásový dopravník 7 na obr.1. Jakmile začne stůl 21 při nanášení vrstvy klesat, násypka 17 a tisková hlava 4 klesání stolu 21 kopíruje. Klesání a stoupání násypky 17 a tiskové hlavy 4 vůči tiskové ploše 18 na obr. 2 umožňuje pohyb lineárního vedení 26 (na obr. 3), které je součástí tiskového dopravníku 6 (obr. 2). Vzdálenost tiskové hlavy 4 od nanesené vrstvy 25 hlídá čidlo 24 (obr. 3). Po provedení tisku se vrátí násypka 17 a tisková hlava 4 po lineárním vedení 26 do své původní polohy.

Regulací rychlostí všech posuvů potřebných pro 3D tisk a rychlostí nanášení stavebního prášku 15 násypkou 17, se seřizuje tloušťka vrstvy 25 (viz obr. 3) a úhel α (viz obr. 2). Dosažením většího úhlu α oproti úhlu β se omezuje při tisku pohyb lineárního vedení 25 na obr. 3. Stejněho výsledku se dá dosáhnout i zmenšením úhlu β oproti úhlu α (obr. 2). Pod úhlem β je uložen dopravník 6 pro tisk. Za určitých podmínek, kdy je úhel α větší než β se nebude muset použít při tisku vůbec nebo jen minimálně pohyb lineárního vedení 26 (viz obr.3). Tyto vhodné

podmínky jsou uzpůsobené regulací rychlosti nanášení stavebního prášku 15, násypkou 17 a rychlosti posuvu pásového dopravníku 7 nebo stolu 21 zajižďejícího do kontejneru 22 pro tisk.

Dávkovač 10 na obr.1 se pohybuje po lineárním vedení 1 dávkovače uchyceném v držáku 2. Dávkovač 10 doplňuje stavebním práškem 15 násypky 17 (viz obr.2), přes násypné lopatky 16 poháněné pohonem 9 násypných lopatek.

Dopravník 6 pro tisk je také vybaven čistícím zařízením 13 tiskových hlav 4

Pojivo pro tisk, řídící data a elektrická energie se do tiskových hlav 4 a násypek 17 dostává přes energetický řetěz 5 se vstupem 14. Pojivo do tiskových hlav 4 je pouštěno přes napouštěcí ventil 23 na obr.3

Příklad 2

Na obr. 5 je znázorněna další varianta zařízení podle vynálezu - příkladné provedení zařízení pro vícevrstvý tisk 3D objektů s rovnoběžným (vodorovným) uspořádáním, tzn. s dopravníkem 6 pro tisk rovnoběžným s tiskovou plochou 18, s úhlem $\beta=0$. Dopravník 6 pro tisk je v tomto případě tvořen dopravníkem s kmitavým pohybem násypek 17 a tiskových hlav 4, z jedné strany na druhou. Princip řešení tisku je proti předchozím provedením na obr. 4 je rozdílný v tom, že násypky 17 a tiskové hlavy 4 cyklicky nerotují dokola, ale pouze se přesouvají podle vyznačených šipek ze strany na stranu po lineárním vedení společně s dávkovačem 10.

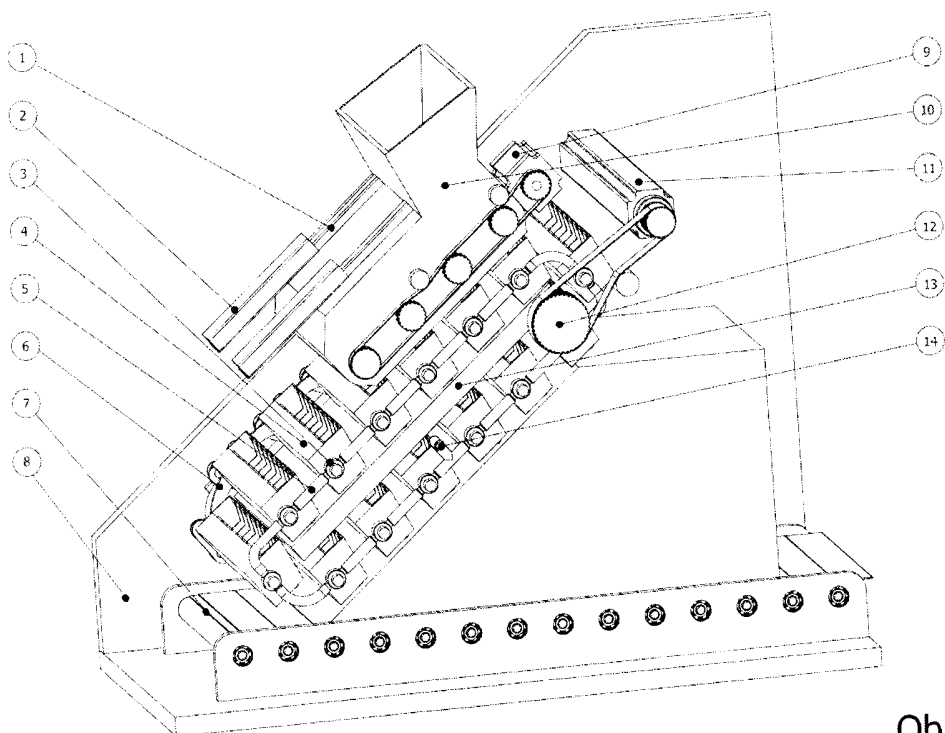
Aby byl tisk možný na obě strany je třeba mít v tomto uspořádání dvě násypky 17, umístěné po obou stranách tiskové hlavy 4 (viz obr. 6). Pohybuje-li se dopravník 6 pro tisk směrem doprava nanáší vrstvu 25 násypka po pravé straně tiskové hlavy 4, která následně po úpravě povrchu urovnávačem 27 aplikuje přes trysky na vrstvu 25 pojivo. Pojivo pro tisk je do tiskové hlavy 4 pouštěno přes napouštěcí ventil 23. Pohybuje-li se dopravník 6 pro tisk doleva nanáší vrstvu 25 levá násypka 17. Ať už je směr pohybu dopravníku 6 pro tisk vpravo nebo vlevo, používá se při nanášení vrstvy 25 vždy pouze jedna ze dvou násypek 17 u jedné tiskové hlavy 4. Vzdálenost tiskové hlavy 4 od vrstvy 25 hlídá čidlo 24 a tloušťka vrstvy 25 je regulována pohybem lineárního vedení 26.

Průmyslová využitelnost

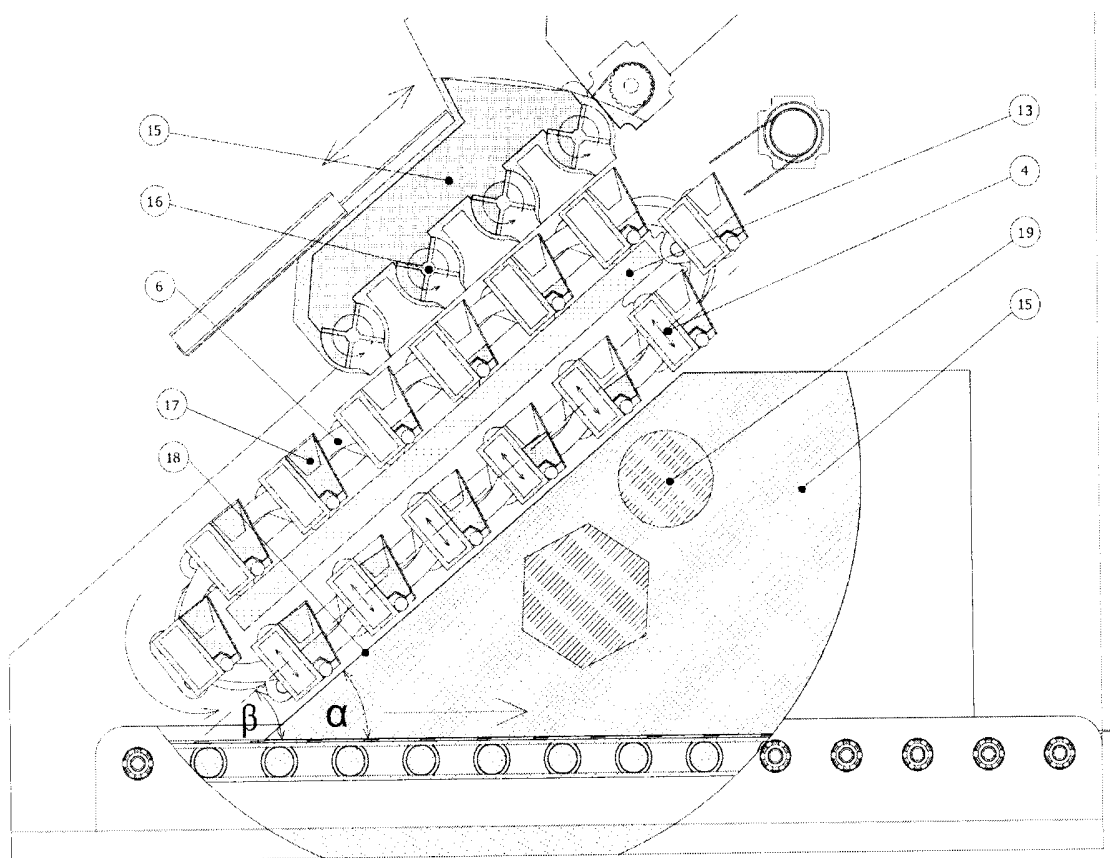
Řešení podle vynálezu je možno využít zejména ve strojírenství, stavitelství, zdravotnictví. Půjde především o výrobu složitějších tvarů a dílů, které není možno vyrobit konvenčními metodami obrábění popř. vstřikováním do forem, či odléváním z ocelí a plastů. Vícevrstvému 3D tisku, ale nic nebrání vyrábět i obyčejné tvary za pomoci práškového stavebního materiálu, který společně s pojivem či laserem zajistí po vytisknutí požadovanou kvalitu materiálu.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

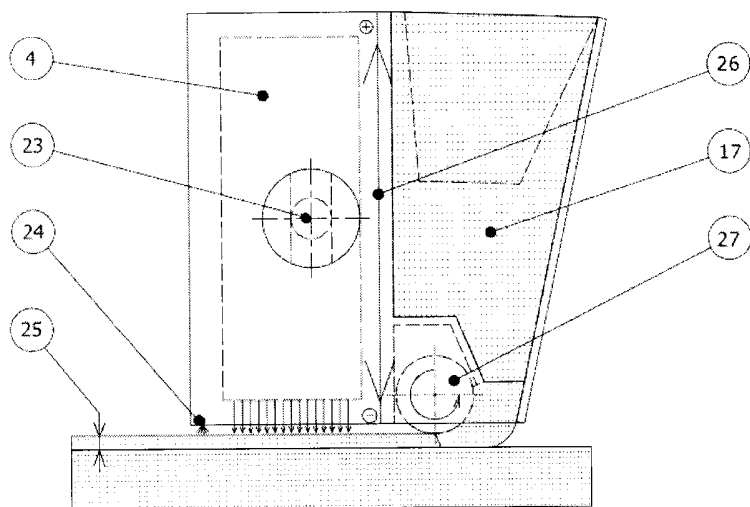
1. Zařízení k tisku 3D objektů s možností současného tisku více vrstev objektů, které je opatřeno násypkami (17) k nanášení stavebního prášku (15) po jednotlivých vrstvách na tiskovou plochu (18) a tiskovými hlavami (4) se soustavami trysek k tisku 3D objektů přiváděním pojiva nebo vytvrzujícího paprsku ke stavebnímu prášku (15) v příslušných oblastech, vyznačující se tím, že tisková plocha (18) je posuvná horizontálně na pásovém dopravníku (7) nebo vertikálně na zvedacím stole (21) a nad touto tiskovou plochou (18) je v nastavitelném úhlu (β) umístěn dopravník (6) pro tisk, na němž jsou uchyceny jednotlivé násypky (17) a za nimi umístěné tiskové hlavy (4), pohyblivé po lineárním vedení (26) s tím, že násypky (17) i tiskové hlavy (4) jsou svým podélným tvarem orientovány příčně na směr pohybu dopravníku (6) pro tisk.
2. Zařízení podle nároku 1, vyznačující se tím, že dopravník (6) pro tisk je tvořen nekonečným pásem s možností cyklické rotace na něm uchycených násypek (17) a tiskových hlav (4) v průběhu tisku.
3. Zařízení podle nároku 1, vyznačující se tím, že v uspořádání s dopravníkem (6) pro tisk rovnoběžným s tiskovou plochou (18), tzn. s úhlem $\beta=0$ je dopravník (6) pro tisk tvořen dopravníkem s kmitavým pohybem násypek (17) a tiskových hlav (4) z jedné strany na druhou, bez cyklické rotace, při čemž jedna tisková hlava (4) je v tomto případě opatřena dvěma násypkami (17).
4. Zařízení podle nároku 1, vyznačující se tím, že nad dopravníkem (6) pro tisk je umístěn dávkovač (10) pro zásobování jednotlivých násypek (17) stavebním práškem (15) přes násypné lopatky (16).
5. Zařízení podle nároku 1, vyznačující se tím, že řídicí data do jednotlivých tiskových hlav (4) a násypek (17) jsou přenášena bezdrátově.
6. Zařízení podle nároku 1, vyznačující se tím, že dopravník (6) pro tisk je vybaven čistícím zařízením (13) tiskových hlav (4).



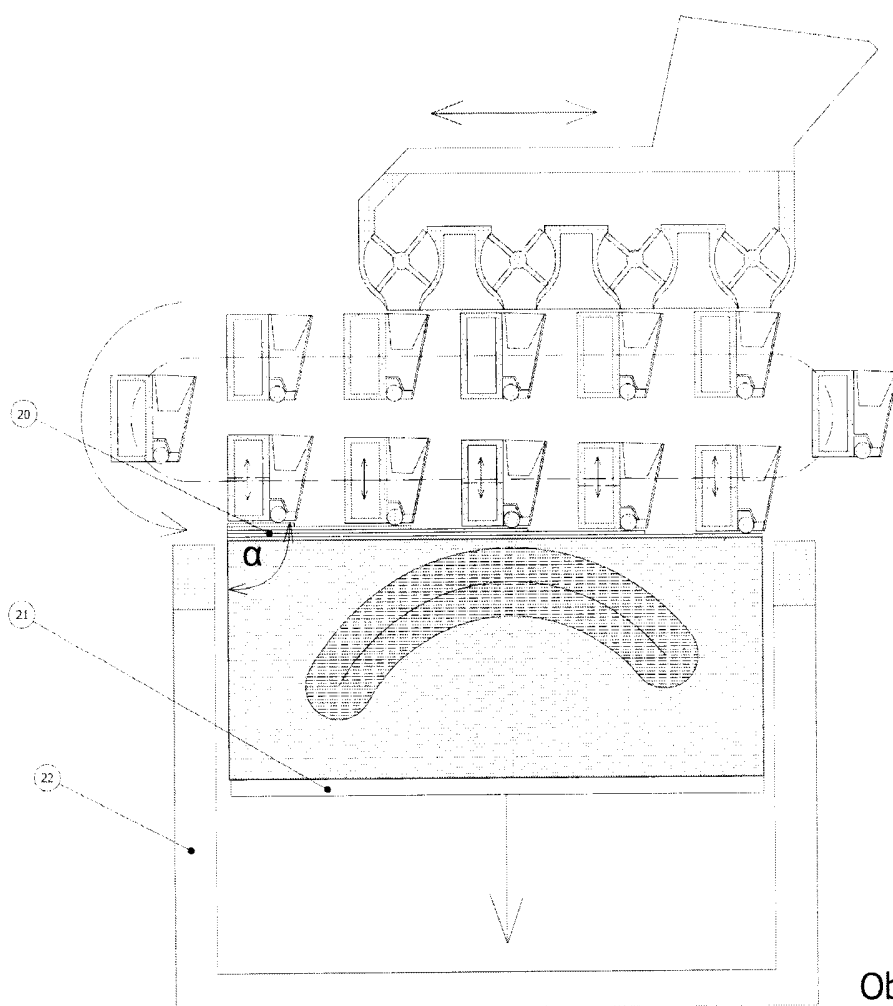
Obr. 1



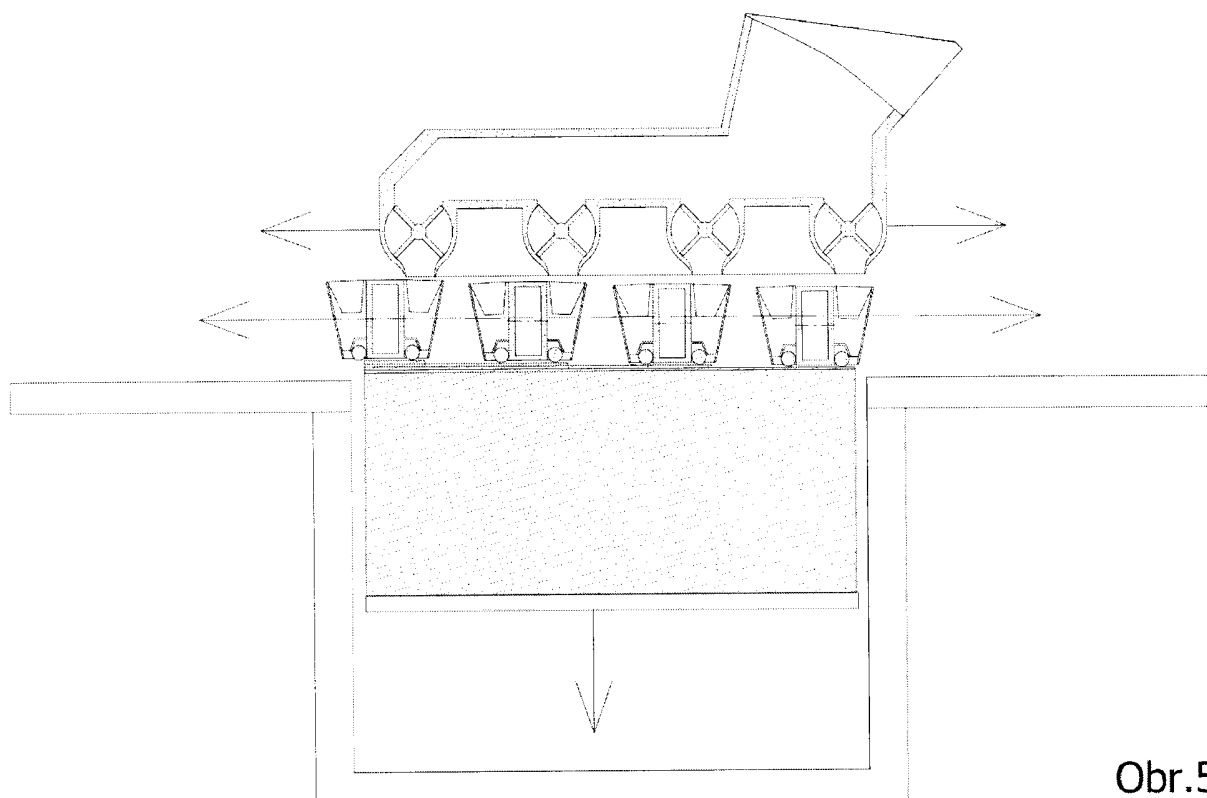
Obr. 2



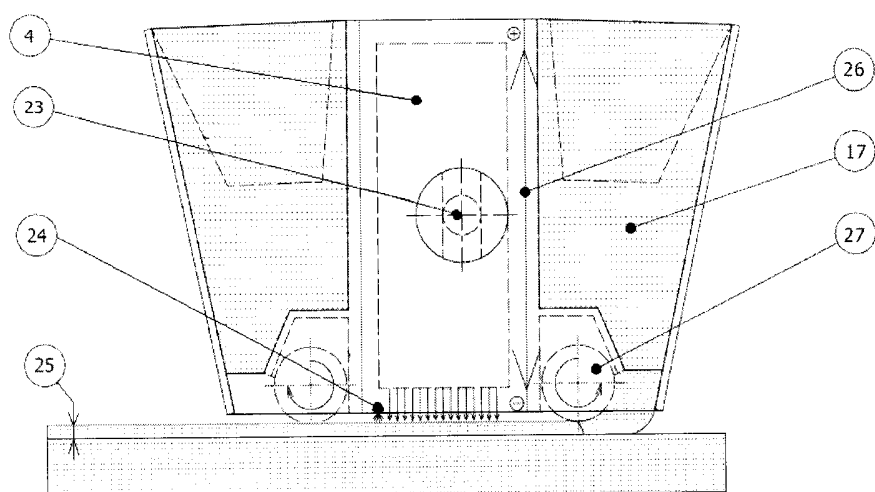
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6