



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 225720

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 22 09 81
(21) PV 6958-81

(11) (B1)

(51) Int. Cl.
B 23 P 15/02

(40) Zveřejněno 25 03 83
(45) Vydáno 15 10 85

(75)
Autor vynálezu

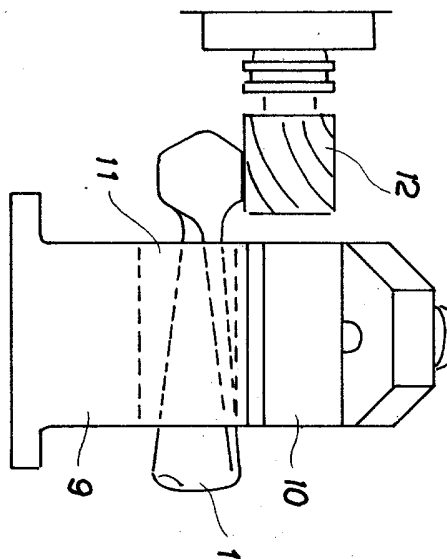
VLASÁK FRANTIŠEK ing., BRNO

(54) Způsob výroby lopatek

Vynález se týká způsobu výroby lopatek, zejména lopatek pro axiální turbíny a pro kompresory.

Způsob výroby podle vynálezu zjednodušuje výrobu lopatek a v některých případech umožňuje zmenšit rozměry i hmotnost výchozích lopatkových polotovárů.

Při aplikaci způsobu výroby podle vynálezu se lopatkový polotovar v upínacím přípravku upne za listovou část potom se na kotvicím konci lopatkového polotovaru vytvoří závěs a na volném konci se lopatkový polotovar délkově upraví, potom se na tomto volném konci z alespoň jedné ze dvou stran jeho listové části vytvoří technologický pruh a potom se lopatkový polotovar oběma svými konci upne v ustavovacím přípravku, přičemž se opracuje jeho listová část.



Obz. 2

Vynález se týká způsobu výroby lopatek, zejména lopatek pro axiální turbíny a pro kompresory.

V celosvětovém měřítku je známa a průmyslově využívána celá řada výrobních postupů zhotovování turbínových a kompresorových lopatek. Tyto průmyslové výrobní postupy lze v zásadě rozdělit do tří výrobních etap, z nichž první etapu tvoří výroba polotovarů, druhá etapa zahrnuje vytvoření vlastních tvarů lopatek a třetí etapa zahrnuje některé povrchové dokončovací operace a konečnou kontrolu. V praxi se ovšem zejména první dvě výrobní etapy navzájem velmi silně ovlivňují. Hlavně první etapa, v níž se polotovary lopatek zhotovují nejčastěji zápusťkovým kovááním, případně lisováním, přesným litím, dále profilovým tažením a tvářením, případně lisováním a slinováním z prášků, má pro vlastní tvarovací opracování ve druhé etapě rozhodující význam.

Skladba operací ve druhé etapě je dále v konkrétních podmínkách ovlivněna i dalšími faktory, zejména strojním parkem, velikostmi sérií vyráběných lopatek i technologickými možnostmi, zvyklostmi a znalostmi. Základním problémem při opracování lopatek je obrábění jejich listových částí, které se nejčastěji provádějí hoblováním, kopírovacím frézováním, dále elektrochemickým obráběním, případně i broušením. Tvarové opracování listových částí polotovarů, zhotovených z těžko obrobitelných materiálů, například z nimonicových slitin, se provádí zpravidla elektrochemicky. Opracování patkových částí na kotvicích koncích a břitových částí na volných koncích lopatek se provádějí většinou pomocí přípravků na seřizovaných a na speciálních obráběcích strojích.

Konečné úpravy povrchu lopatek, spojené ve třetí etapě s vizuální kontrolou, se provádějí zpravidla ručně.

K obrábění listových částí ve druhé etapě je nezbytně nutno polotovary lopatek oboustranně koncově upnout. K vytvoření prvního upínacího místa na kotvicím konci lopatky je možno s výhodou využít stávající patky, pro druhé upínací místo na volném konci lopatky je však nutno její polotovar opatřit technologickým výstupkem, načež se na obou takto vytvořených upínacích místech opracují technologické základny. K opracování technologických základen je ovšem třeba celá řada pomocných operací, které jsou v současné době prováděny na seřizovaných a jednodüelových obráběcích strojích.

U polotovarů lopatek, zhotovených z dobře obrobitelných materiálů, se pak jejich listové části nejčastěji obrábějí buď na speciálních hoblovacích strojích, nebo na kopírovacích frézách řádkovacím frézováním. U většiny polotovarů, zhotovených z těžko obrobitelných materiálů, se pak v hromadné výrobě lopatek používá produktivní elektrochemické obrábění, při němž k úběru materiálu dochází narušováním jeho povrchové vrstvy elektrickým proudem a odplavováním takto uvolněných materiálových částic proudícím tlakovým elektrolytem.

Provádění pomocných operací, nezbytně nutných k výše naznačenému obrábění listových částí lopatek, je však značnou zátěží celého technologického procesu, protože je velmi pracné. Nadto část vynaložené práce i drahého materiálu přichází v podstatě nazmar, neboť po obrobení listové části musí být technologický výstupek i s opracovanými technologickými základnami odstraněn, aby bylo možno upravit délku lopatky a na jejím volném konci vytvořit těsnicí břit.

Některé z obtíží a nevýhod, vyskytujících se u stávajících způsobů výroby lopatek odstraňuje způsob výroby lopatek podle vynálezu. Podstata vynálezu spočívá v tom, že lopatkový polotovar se v upínacím přípravku upne za listovou část, pak se na kotvicím konci lopatkového polotovarů vytvoří závěs a na volném konci se lopatkový polotovar délkově upraví, načež se na tomto volném konci z alespoň jedné ze dvou stran jeho listové části vytvoří technologický pruh a posléze se lopatkový polotovar oběma svými konci upne v ustavovacím přípravku, přičemž se opracuje jeho listová část.

Pro realizaci způsobu výroby lopatek podle vynálezu je možno používat relativně jednodušší polotovary, na nichž není třeba vytvářet technologické výstupky, což se v praxi projevuje v úsporách materiálu, energie, i ve snížení zmetkovitosti.

U způsobu výroby podle vynálezu se vyloučením některých pomocných operací, spojených s vytvořením technologických základů na technologickém výstupku, bezprostředně zkrátí strojní časy a dále se v důsledku sdružení operací, potřebných k opracování lopatkového polotovaru na jeho volném konci, podstatně zkrátí průběžná doba výroby. Opracováním lopatkových polotovarů při jednom upnutí se dále zpřesní výroba, přičemž se také sníží nároky na manipulaci a na vybavenost přípravky.

Dále jsou popsány čtyři příklady provádění způsobu výroby lopatek podle vynálezu, a to s užitím vycobrazení, nakreslených na připojených výkresech. Všechny tyto příklady se týkají výroby lopatek pro axiální parní turbíny.

K vysvětlení prvního příkladu provádění způsobu výroby podle vynálezu jsou využity obr. 1, obr. 4 až obr. 14, a obr. 15, k vysvětlení druhého příkladu jsou využity obr. 1, obr. 4 až obr. 14 a obr. 16. Pro vysvětlení třetího příkladu jsou použity obr. 2, obr. 3 a obr. 15, pro vysvětlení čtvrtého příkladu pak jsou použity obr. 2, obr. 3 a obr. 16.

Na obr. 1 je v řezu znázorněn první z možných způsobů upnutí lopatkového polotovaru za jeho listovou část, na obr. 2 a na obr. 3 je v čelním pohledu a v bočním pohledu znázorněn druhý z možných způsobů upnutí lopatkového polotovaru za listovou část, na obr. 4 až obr. 14 je technologický sled jednotlivých obráběcích operací na obou koncích tohoto polotovaru, který je oběma prvními příklady společný, na obr. 15 je čelní pohled na koncově ustavený polotovar při elektrochemickém opracování jeho listové části a na obr. 16 je čelní pohled na koncově ustavený lopatkový polotovar při hoblování jeho listové části.

U prvního příkladu je podle obr. 1 k upnutí výchozího lopatkového polotovaru 1 využito upínací kostky 6 podle čs. autorského osvědčení číslo 174 665, která v dalším technologickém sledu při opracování obou konců tohoto lopatkového polotovaru 1 v upínacím přípravku slouží jako technologická paleta. Lopatkový polotovar 1 se volně vloží do dutiny upínací kostky 6, upevněné v zalévacím přípravku, načež se v této dutině vymezovacími šablonami 2, 3 a ustavujícími šablonami 4, 5 ustaví na opěrné ploše podstavce 8. Po vyplnění štěrbinového prostoru v upínací kostce 6 zalévací hmotou 7 a po ztuhnutí této zalévací hmoty 7 je lopatkový polotovar 1 připraven k přesnému opracování svých konců v upínacím přípravku.

Na obr. 4 až obr. 12 je upínací přípravek znázorněn jako mechanický upínač 13 s plochými čelistmi. Podle obr. 4 a obr. 5 se na lopatkovém polotovaru 1, přesně ustaveném upínací kostkou 6 v mechanickém upínači 13, nejprve válcovou frézou 12 obvodově ořezuje jeho kotvicí konec, načež se podle obr. 6 na tomto kotvicím konci čelní frézou 14 opracuje jeho čelo. Po natožení mechanického upínače 13 podle obr. 7 se na kotvicím konci lopatkového polotovaru 1 válcovou frézou 12 opracují dva závěsové boky a podle obr. 8 se v těchto závěsových bocích profilovou frézou 15 vytvoří dva navzájem osově souměrné závěsové tvary, takzvaný stromeček.

Po vyfrézování závěsu se na lopatkovém polotovaru 1 podle obr. 9 kotoučovou frézou 16 opracuje přechodové zaoblení mezi vyčnívající závěsovou částí a střední zalitou listovou částí, načež se podle obr. 10 po otočení mechanického upínače 13 čelní frézou 14 na volném konci lopatkového polotovaru 1 opracuje listové čelo. Poté se podle obr. 11 a obr. 12 na tomto volném konci tvarovou frézou 17 vytvoří obvodový technologický pruh 19, který podle obr. 13 sestává z fazetkovitého koncového profilového tvaru a z navazujícího výběhového přechodu. Dále se podle obr. 13 a obr. 14 na volném konci lopatkového polotovaru 1 z jeho žlábkové strany zaoblovací frézou 17 zhotoví koncové zahloubení, které je součástí obvodového technologického pruhu 19, čímž se na volném konci lopatky vytvoří koncový břit 20.

Upínací kostka 6 se spolu s oboustranně koncově opracovaným lopatkovým polotovarem 1 vyjme z mechanického upínače 13, ohřeje se na teplotu, potřebnou k vytavení zalévací hmoty 7, načež se z její dutiny uvolněný lopatkový polotovar 1 vyjme.

Pro opracování listové části ve druhé etapě se lopatkový polotovar 1 podle obr. 15 oboustranně koncově upne v ustavovacím přípravku 21 pod první funkční část elektrody 24 elektrochemického obráběcího stroje, přičemž se jeho patkový konec ustaví v tvarovaném sklíčidle 22 a jeho volný konec spočívá hřbetní stranou obvodového technologického pruhu 19 na první dosedací ploše koncové opěry 23. Po elektrochemickém opracování žlábkové strany se lopatkový polotovar 1 otočí okolo své podélné osy a v ustavovacím přípravku 21 se jeho listová část opět elektrochemicky opracuje na hřbetní straně. K elektrochemickému opracování hřbetní strany se patkový konec lopatkového polotovaru 1 ve sklíčidle 22 přesune pod druhou funkční část elektrody 24, takže spočívá na druhé dosedací ploše koncové opěry 23. V praxi ovšem vzhledem k produktivitě bývá první i druhá funkční část elektrody 24 upravena pro současné opracování více lopatkových polotovarů 1. Při první operaci elektrochemického opracování listové části je tedy každý lopatkový polotovar 1 upnut za závěs a opřen o hřbetní stranu obvodového technologického pruhu 19 na volném konci, při druhé operaci elektrochemického opracování pak je upnut za závěs a opřen o koncové zahloubení na žlábkové straně obvodového technologického pruhu 19.

Po ukončeném elektrochemickém opracování listové části se ve třetí etapě odstraní vtokové a přechodové výstupky, povrch listové části se obrousí a vyleští a nakonec se provede konečné proměření a vizuální kontrola.

U druhého příkladu provádění způsobu výroby turbínových lopatek je v první etapě k upnutí výchozího lopatkového polotovaru 1 opět využito upínací kostky podle československého AO č. 174 665. Také technologický sled dalších obráběcích operací v této první etapě je stejný jako u prvního příkladu, a to až po vytvoření obvodového technologického pruhu 19 na volném konci podle obr. 11 a obr. 12 a koncového břitu 20 podle obr. 13 a obr. 14.

Pro opracování listové části ve druhé etapě se lopatkový polotovar 1 podle obr. 16 oboustranně koncově upne v ustavovacím přípravku 21 pod smykadlem 26 hoblovacího stroje, přičemž jeho patkový konec se v první upínací poloze ustaví v tvarovém sklíčidle 22 a jeho volný konec, který hřbetní stranou obvodového technologického pruhu 19 spočívá na první dosedací ploše koncové opěry 23, se upínkou 27 zajistí proti nadzvedávání řeznými silami. Po opracování žlábkové strany hoblovacím nástrojem 25 se lopatkový polotovar 1 otočí a přesune do druhé upínací polohy, v níž je kotvicím koncem upnut ve sklíčidle 22 a volným koncem spočívá na druhé dosedací ploše koncové opěry 23, na níž je upínkou 27 zajištěn proti nadzvedávání.

Ve třetí etapě se listová část obrousí a vyleští a nakonec se celá vyrobená turbínová lopatka znovu důkladně proměří a vizuálně zkontroluje.

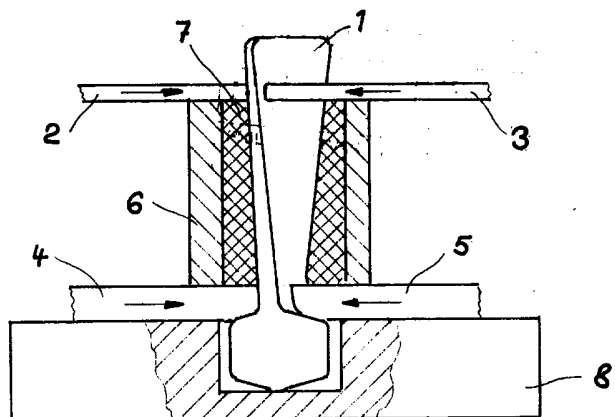
Zatímco u prvních dvou příkladů byl k upnutí výchozího lopatkového polotovaru 1 použit jako upínací přípravek mechanický upínač 13 s upínací kostkou 6, která v první etapě umožňuje koncové opracování jak na běžných seřizovaných obráběcích strojích, tak na číslíkově řízeném obráběcím centru, u třetího příkladu je k upnutí lopatkového polotovaru 1 za listovou část podle obr. 2 a obr. 3 využito upínacího přípravku, vytvořeného jako hydraulický upínač 9. Tento hydraulický upínač 9 je zde součástí obráběcího centra. Střední listová část lopatkového polotovaru 1 je v hydraulickém upínači 9 upevněna tvarovými čelistmi 10, 11 s využitím neznázorněných ustavovacích pomůcek v přesně určené poloze. Po obvodovém ofrézování válcovou frézou 12 podle obr. 2 a obr. 3 se na kotvicím konci lopatkového polotovaru 1 ofrézuje čelo. Frézování čela, jakož i další neznázorněné obráběcí operace první etapy se uskutečňují podobně jako u prvního příkladu. Elektrochemické opracování podle obr. 15 ve druhé etapě i dokončovací, měřicí a kontrolní operace ve třetí etapě pak se provádějí stejně jako u prvního příkladu.

Také u čtvrtého příkladu je v první etapě k upnutí výchozího lopatkového polotovaru 1 v obráběcím centru použito jako upínacího přípravku hydraulického upínače 2. Při následujícím obvodovém frézování válcovou frézou 12 podle obr. 2 a obr. 3 se další neznázorněné obráběcí operace první etapy provádějí stejně jako u třetího příkladu, hoblování listové části ve druhé etapě probíhá stejně jako u druhého příkladu podle obr. 16. Dokončovací, měřicí a kontrolní operace ve třetí etapě pak jsou prováděny stejně jako u prvního příkladu.

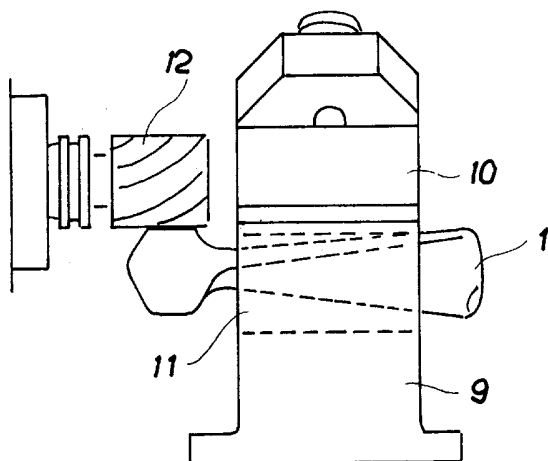
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob výroby lopatek, zejména lopatek pro axiální turbíny a pro kompresory, vyznačující se tím, že lopatkový polotovar se v upínacím přípravku upne za listovou část, pak se na kotvicím konci lopatkového polotovaru vytvoří závěs a na volném konci se lopatkový polotovar délkově upraví, načež se na tomto volném konci z alespoň jedné ze dvou stran jeho listové části vytvoří technologický pruh a posléze se lopatkový polotovar oběma svými konci upne v ustavovacím přípravku, přičemž se opracuje jeho listová část.

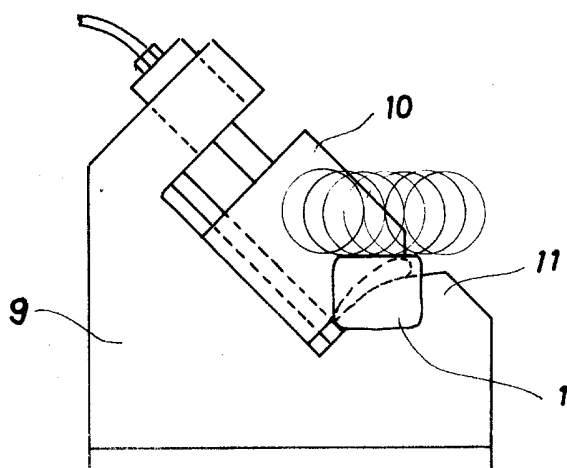
6 výkresů

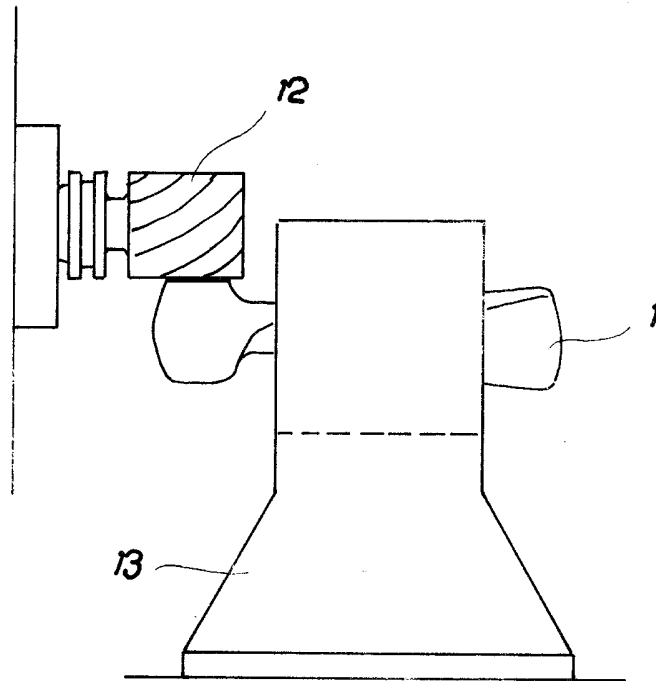


Obz. 1

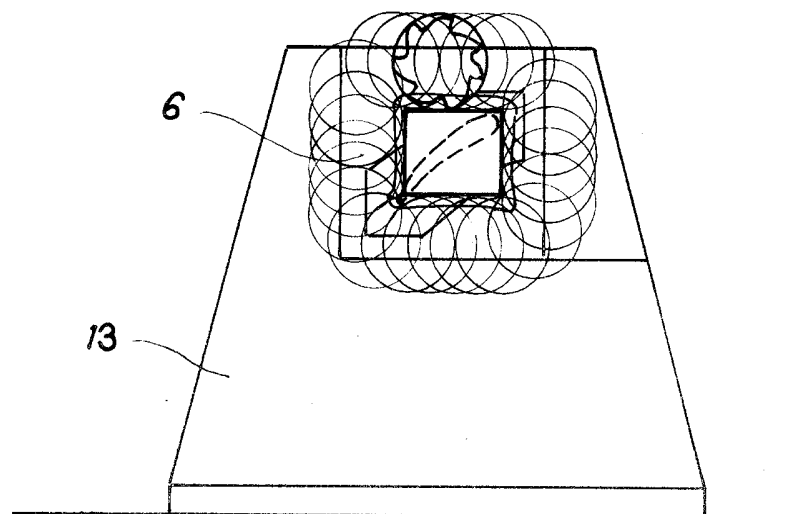


Obz. 2

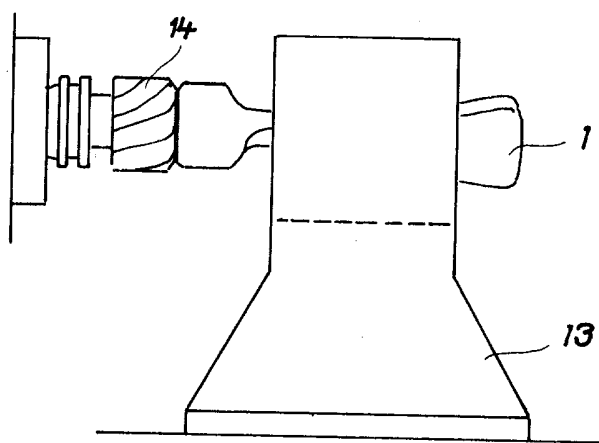




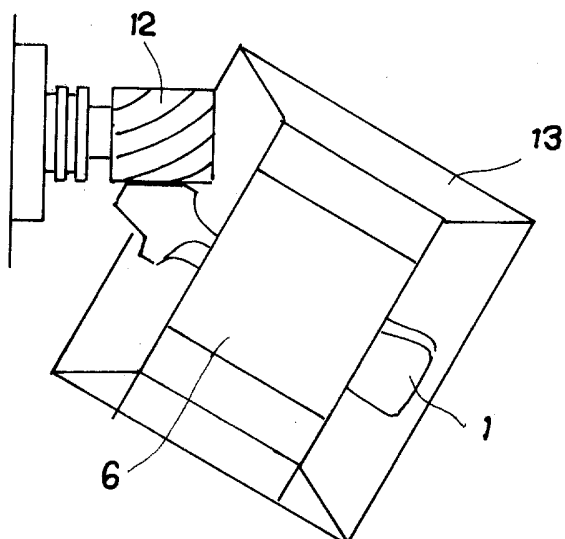
Obv. 4



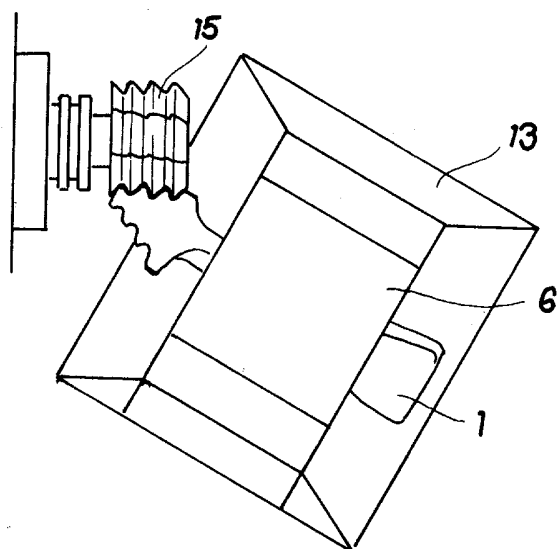
Obv. 5



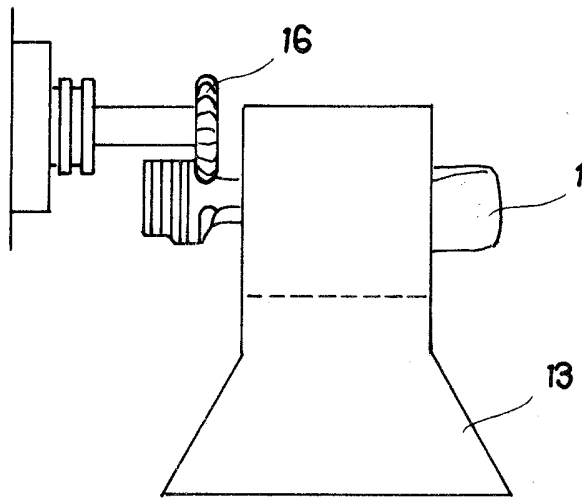
Obv. 6



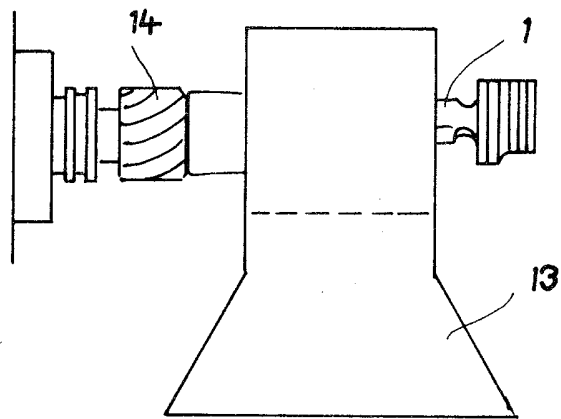
Obv. 7



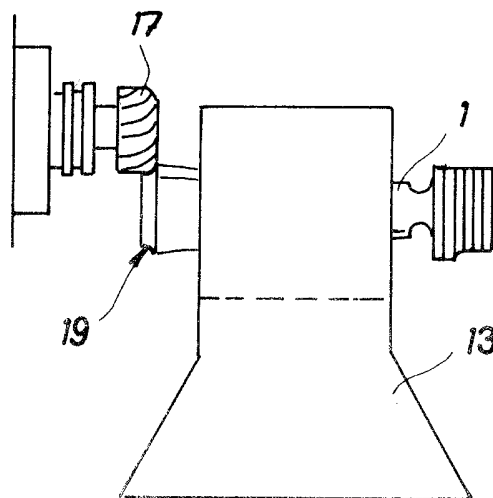
Obv. 8



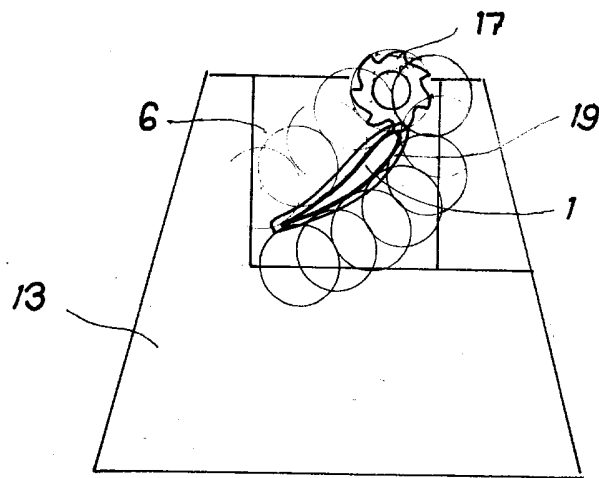
Obv. 9



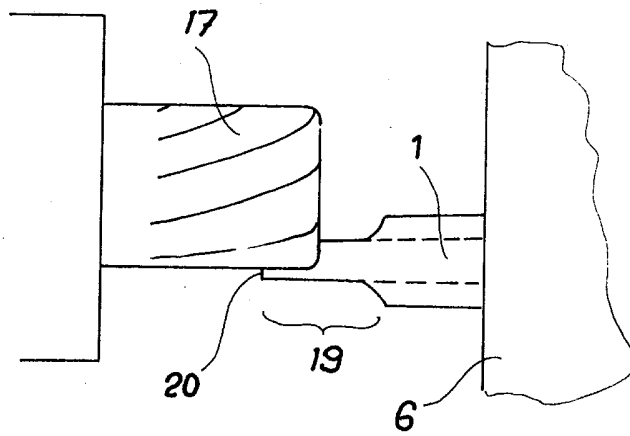
Obv. 10



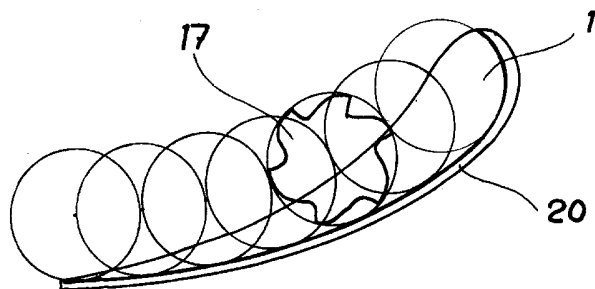
Obv. 11



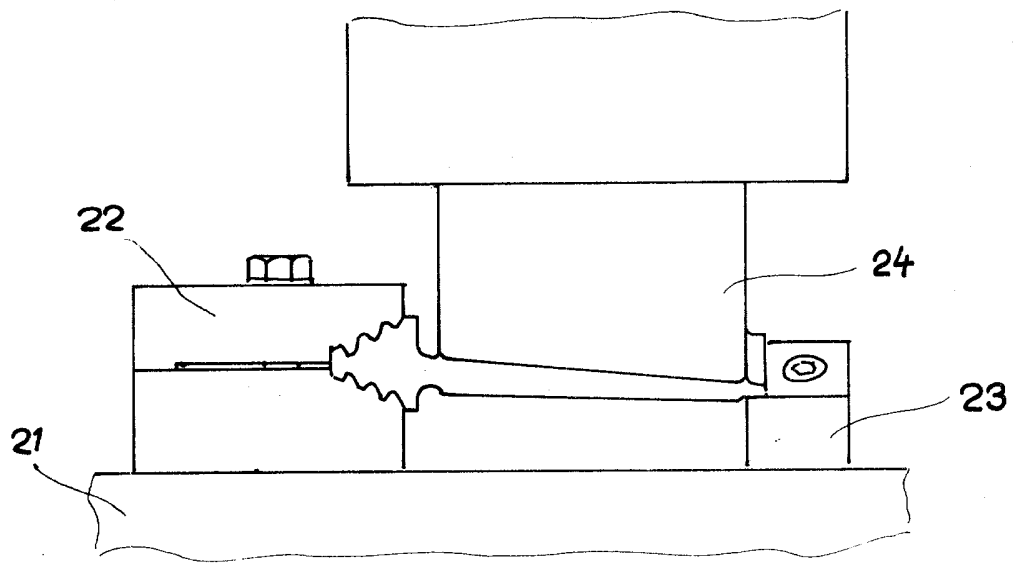
Obv. 12



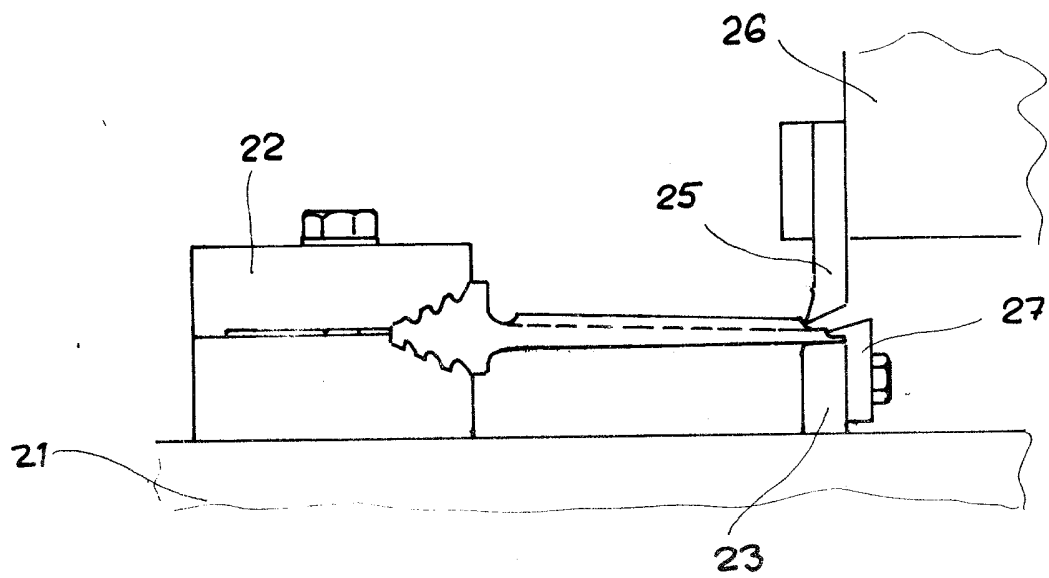
Obv. 13



Obv. 14



06r. 15



06r. 16