

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

306 324

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G05B 5/00 (2006.01)

F16S 3/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2015-690**

(22) Přihlášeno: **05.10.2015**

(40) Zveřejněno: **30.11.2016**

(Věstník č. 48/2016)

(47) Uděleno: **19.10.2016**

(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **30.11.2016**

(Věstník č. 48/2016)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 21621U; CZ 304667; CZ 304673; CS 153011; CN 2335175Y.

(73) Majitel patentu:

ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Praha 6, CZ

(72) Původce:

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc., Praha 4, CZ

Ing. Martin Smrž, Praha 5, CZ

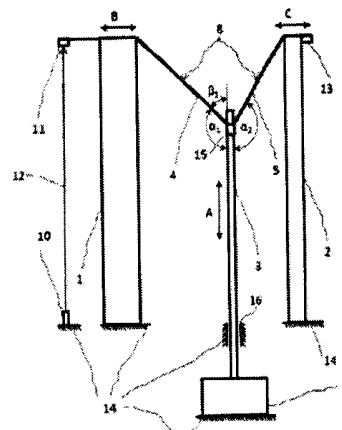
prof. Ing. Zbyněk Šíka, Ph.D., Praha 6, CZ

Ing. Ondřej Uher, Ph.D., Sušice, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Karel Novotný, Žufanova 1099/2, 163 00

Praha 6



(54) Název vynálezu:

Zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí

(57) Anotace:

Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce (1) prostřednictvím pomocné nosné konstrukce (2), s níž je spojena alespoň jedním spojovacím prvkem (8) s řízenými vlastnostmi, přičemž základní a pomocná nosná konstrukce (1, 2) jsou připevněny k rámu (14) a spojovací prvek (8) je tvořen jednak primárním táhlem (4) spojeným se základní nosnou konstrukcí (1) a s převodovým táhlem (3) a jednak sekundárním táhlem (5) spojeným s pomocnou nosnou konstrukcí (2) a s převodovým táhlem (3), přičemž převodové táhlo (3) je spojeno s alespoň jedním pohonem (6) upevněným k rámu (14).

CZ 306324 B6

Zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce prostřednictvím pomocné nosné konstrukce, s níž je spojena alespoň jedním spojovacím prvkem s řízenými vlastnostmi, přičemž základní a pomocná nosná konstrukce jsou připevněny k rámu.

10

Dosavadní stav techniky

15

Tuhost je jeden z nejdůležitějších požadavků na konstrukce. Zvláště důležitá je vysoká dynamická tuhost spojená s vysokým tlumením. Tuhost spolu s tlumením je základ snižování kmitání konstrukcí a zvyšování přesnosti polohování a pohybu strojů. Tuhost se pasivně zvyšuje užitím různých materiálů a různými strukturními modifikacemi pomocí rozsáhlých optimalizací. Zvláště výhodná je kombinace materiálů s vysokou tuhostí a s malou hustotou, vedoucí k malé hmotnosti výsledné konstrukce a vhodné strukturní modifikace.

20

Ve strojírenství jsou tak hledány stále další a další prostředky k dosažení co největší tuhosti a co největšího mechanického tlumení kmitů konstrukcí a dílů vykonávajících pohyby s velkým zrychlením. Jedná se zejména o konstrukce, jako jsou nosníky výrobních strojů, manipulátorů a robotů, kde existují nejnaléhavější požadavky na co největší statickou i dynamickou tuhost, na co nejmenší tepelnou deformaci i na dlouhodobou stabilitu tuhosti při co nejmenší vlastní hmotnosti. Požadavky vycházejí z ekonomické nutnosti ještě dále zvyšovat produktivitu strojírenské výroby, přesnost výrobků a jejich reprodukovatelnost.

25

30

Je celá řada používaných řešení. Z pasivních řešení to jsou příhradové konstrukce, tenkostěnné konstrukce, lanové konstrukce aj. užívající titanové, hliníkové nebo kompozitní materiály. Příkladem je nosník ve tvaru trubky s použitím uhlíkových kompozitů z vysokomodulových uhlíkových vláken a polymerního pojiva, přičemž jejich maximálního mechanického tlumení lze dosáhnout integrováním tlumících vrstev z materiálu s velmi vysokým tlumením do vnitřní struktury kompozitu, jak je popsáno například v dokumentu CZ 21621 U.

35

Aktivním mechatronickým řešením se většinou ovlivňuje přímo jen tlumení vibrací nebo deformace, tuhost se tak ovlivňuje jen nepřímo. Do struktury konstrukce se umísťují aktivní prvky, většinou piezoelektrické aktuátory, ale také elektrodynamické, magnetostrikční, hydraulické nebo magnetorheologické, případně iontové polymery. Aktivní prvky jsou umístěny do prvků konstrukce, prutů příhradové konstrukce, na povrchu nosníků nebo skořepin jako piezoelektrické

40

aktuátorové záplaty nebo celé aktivní vrstvy, do aktuátorů lan spojujících části konstrukce nebo jako připevňovací prvky přídavných hmot.

Mechanismy řízeného tlumení vibrací jsou založeny na přídavném tlumení, vibroizolaci, vibrokompenzaci nebo vibroabsorbci. Dále rozlišujeme aktivní (s možným přívodem energie) a poloaktivní (jen s odvodem energie disipací) řízení. Aplikace sahají od křidel letadel, konstrukcí antén, radarů a teleskopů, vyvrtávacích tyčí po konstrukce lanových mostů.

45

50

Struktury mají obecně nekonečně mnoho stupňů volnosti, a tak struktury s aktivním řízením jsou v nebezpečí vzniku jevu destabilizace přeléváním energie, tzv. spillover. Bylo ukázáno, že toto nebezpečí nehrozí při kolokovaném řízení. Většinou tuhost potřebujeme v místě konstrukce, které nelze přímo a nejkratší cestou připojit na rám, podepřít z rámu, a tak zvýšit tuhost. Dalším problémem je, že aktivní prvky umístěné do konstrukce (například na stěně nosníku ve tvaru trubky) mají malý převod silového působení ve směru deformace konstrukce vlivem vnější zátěžné síly, a tak aktivní prvky musejí působit velkou silou pro kompenzaci nepoměrně menší zátěžné síly. Pro to je obtížné nalézt dostatečně silné pohony.

55

Dosavadní mechanismy řízení působí většinou na relativních souřadnicích konstrukce, případně například aktivním lanem z rámu. Otevřeným problémem je, zda lze analogický účinek od rámu přivést i do nepřístupných míst konstrukce a přímo ovlivnit zpětnovazebním řízením tuhost konstrukcí.

Byl vytvořen koncept mechatronické tuhosti (patent CZ 304667), který zvyšuje (případně i upravuje a snižuje) dynamickou tuhost konstrukcí, a tak i zvyšuje poměr tuhosti a hmotnosti konstrukce vedoucí ke zvýšení jejích vlastních frekvencí. Tento koncept s aktuátorem řízeného zdroje síly odstraňuje shora uvedené problémy ve velkém rozsahu. Pro jeho praktickou realizaci se hledá kompaktní řešení, které nezvětšuje a nezvyšuje hmotnost dosavadních řešení. Výhodné je řešení trubka v trubce. Problém je, že jednak pohon aktuátorů, resp. řízeného zdroje síly se mezi sousedí trubky obtížně umístí kvůli místu a jednak takto umístěný pohon zvětšuje hmotnost konstrukce, a tak snižuje vlastní frekvence, což je nežádoucí.

Cílem tohoto vynálezu je vytvořit řešení, kdy pohon řízeného zdroje síly pro docílení zvýšení tuhosti konstrukce nezatěžuje tuto konstrukci svojí hmotností a rozměry a pohyb pohonu se přenesou pohyb mezi hlavní nosnou konstrukcí a pomocnou nosnou konstrukcí podle konceptu mechatronické tuhosti.

Podstata vynálezu

Podstata zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce prostřednictvím pomocné nosné konstrukce, s níž je spojena alespoň jedním spojovacím prvkem s řízenými vlastnostmi, přičemž základní a pomocná nosná konstrukce jsou připevněny k rámu, spočívá podle vynálezu v tom, že spojovací prvek je tvořen primárním táhlem spojeným se základní nosnou konstrukcí a s převodovým táhlem a sekundárním táhlem spojeným s pomocnou nosnou konstrukcí a s převodovým táhlem, přičemž převodové táhlo je spojeno s alespoň jedním pohonem upevněným k rámu.

Zařízení obsahuje případně alespoň dvě převodová táhla, přičemž každé převodové táhlo je spojeno s alespoň jedním pohonem upevněným k rámu.

Převodové táhlo probíhá mezi základní nosnou konstrukcí a pomocnou nosnou konstrukcí, přičemž jak primární táhlo, tak sekundární táhlo jednoho spojovacího prvku svírají s převodovým táhlem úhel menší nebo větší než 90°.

Primární táhlo a sekundární táhlo mohou být kloubově spojena s převodovým táhlem a se základní a pomocnou nosnou konstrukcí a/nebo ohybově poddajná.

Primární táhlo/a jednoho spojovacího/ch prvku/ů je/jsou předepnuto/a mezi převodovým táhlem a základní nosnou konstrukcí a/nebo sekundární táhlo/a téhož spojovacího prvku je/jsou předepnuto/a mezi převodovým táhlem a pomocnou nosnou konstrukcí.

Zařízení případně obsahuje alespoň dva spojovací prvky, přičemž táhla jednoho spojovacího prvku jsou předepnuta v jednom směru vztaženém k jednomu pohonu a táhla druhého spojovacího prvku jsou předepnuta v opačném směru vztaženém k těmto pohonu.

Základní a pomocná nosná konstrukce mohou mít uzavřený příčný profil, přičemž příčný profil je kruhový a/nebo mnohoúhelníkový, přičemž jsou uspořádány paralelně a/nebo souose.

Objasnění výkresů

Na obr. 1 je schematicky znázorněno možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální s jedním spojovacím prvkem.

Na obr. 2 je schematicky znázorněno další možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální s jedním spojovacím prvkem opatřeným rotačními klouby.

Na obr. 3 je schematicky znázorněno možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální se dvěma spojovacími prvky.

Na obr. 4 je schematicky znázorněno další možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální se dvěma spojovacími prvky opatřenými rotačními klouby.

Na obr. 5 je schematicky znázorněna část možného provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální se dvěma spojovacími prvky v prostorovém pohledu.

Na obr. 6 je znázorněn schematický podélný řez možného konstrukčního provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální se dvěma spojovacími prvky.

Na obr. 7 je schematicky znázorněno možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální s jedním převodovým táhlem a se dvěma pohony.

Na obr. 8 je schematicky znázorněno možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální se dvěma převodovými táhly a se dvěma pohony.

35 Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 je schematicky znázorněno zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální. K rámu 14 je připevněna základní nosná konstrukce 1. V daném provedení je souběžně (tedy paralelně nebo skoro paralelně) se základní nosnou konstrukcí 1 k rámu 14 připevněna pomocná nosná konstrukce 2. Pomocná nosná konstrukce 2 může být ale vedena i šikmo nebo jinak vůči základní nosné konstrukci 1.

Základní nosná konstrukce 1 je spojena s pomocnou nosnou konstrukcí 2 jedním spojovacím prvkem 8 tvořeným primárním táhlem 4 a sekundárním táhlem 5. K rámu 14 je rovněž připevněn pohon 6 převodového táhla 3, které je spojeno jednak se základní nosnou konstrukcí 1 prostřednictvím primárního táhla 4 a jednak s pomocnou nosnou konstrukcí 2 prostřednictvím sekundárního táhla 5. U tohoto příkladu provedení, jako i u dalších zobrazených příkladů provedení je převodové táhlo 3 vedeno souběžně se základní nosnou konstrukcí 1 i pomocnou nosnou konstrukcí 2. Převodové táhlo 3 může být ale vedeno i šikmo nebo jinak vůči základní nosné konstrukci 1 nebo pomocné nosné konstrukci 2.

Primární táhlo 4 a sekundární táhlo 5 spolu tvoří písmeno V, tedy primární táhlo 4 a sekundární táhlo 5 svírají s převodovým táhlem 3 úhel větší než 90° (na obr. 1 měřeno směrem od pohonu 6 úhly α_1 a α_2 , nikoli úhlem β_1). Primární táhlo 4 a sekundární táhlo 5 spolu mohou také tvořit

obrácené písmeno V, tedy primární táhlo 4 a sekundární táhlo 5 svírají s převodovým táhlem 3 úhel menší než 90° (pak jsou úhly α_1 a α_2 menší než 90°).

V daném provedení je primární táhlo 4 spojeno s převodovým táhlem 3 a se základní nosnou konstrukcí 1 pevným spojením a primární táhlo 4 je ohybově poddajné. Shodně je spojeno sekundární táhlo 5 s převodovým táhlem 3 a s pomocnou nosnou konstrukcí 2 pevným spojením a sekundární táhlo 5 je ohybově poddajné. Tyto ohybové poddajnosti a/nebo klouby podle obr. 2 primárního a sekundárního táhla 4, 5 vytvářejí táhlový mechanismus pro převod pohybu A převodového táhla 3 na pohyby B a C základní a pomocné nosné konstrukce 4, 5. Bod spojení převodového táhla 3 s primárním táhlem 4 a bod spojení převodového táhla 3 se sekundárním táhlem 5 mohou být shodné nebo rozdílné.

Aby nedocházelo k namáhání primárního a sekundárního táhla 4 a 5 vzpěrem při tlaku, jsou obě táhla předepnutá do tahu tak, že při všech velikostech (kladných i záporných) vnějších zátěžných sil deformujících základní nosnou konstrukci 1 je v obou táhlech 4 a 5 jen tah. Předepnutí je takové, aby deformace nosných konstrukcí 1 a 2 bylo zanedbatelné. Předepnutí je provedeno pomocí posuvu předepínacího prvku 15 tvořeného například posuvnou objímkou upevňovanou šroubem po převodovém táhle 3.

Dále je poloha základní nosné konstrukce 1 měřena laserovým paprskem 12 vysílaným zdrojem 10 laserového paprsku a zachycovaným detektorem 11 laserového paprsku. Může jít o PSD nebo CCD prvek nebo může jít i o laserovou interferometrii. Pak je měřen pohyb pomocné nosné konstrukce 2 pomocí čidla 13 pohybu. Může jít o akcelerometr, tenzometr nebo i laserové měření polohy pomocné nosné konstrukce 2 vůči rámu 14.

Funkce zařízení je následující. Dojde-li k deformaci základní nosné konstrukce 1 působením vnějších zátěžných sil, je tato deformace ve směru B určena čidlem 11 detektoru laserového paprsku. Současně je měřen pohyb ve směru C pomocné nosné konstrukce 2 čidlem 3. Tyto údaje jsou vyhodnoceny počítačem, který vyšle potřebný signál pohonu 6. Pohon 6 působí na převodové táhlo 3 a způsobí jeho posuv ve směru A. Tímto posuvem přeneseným táhlovým mechanismem na primární a sekundární táhlo 4 a 5 je proveden pohyb základní nosné konstrukce 1 ve směru B kompenzující její deformaci a pohyb pomocné nosné konstrukce 2 ve směru C. Pohyb ve směru B a C probíhá v opačných směrech buď k sobě, nebo od sebe. Tak je síla od pohonu 6 působící ve směru A rozložena na sílu působící ve směru B na základní nosnou konstrukci 1 a na sílu působící ve směru C na pomocnou nosnou konstrukci 2. Síla působící ve směru B na základní nosnou konstrukci 1 kompenzuje vnější zátěžnou sílu a odstraňuje deformaci základní nosné konstrukce 1. Síla působící ve směru C na pomocnou nosnou konstrukci 2 je kompenzována silou působící v opačném směru C na pomocnou nosnou konstrukci 2 z její tuhosti a jejího připevnění na rám 14, a tak nedojde k vychýlení převodového táhla 3. Tak je realizována síla ve směru B pro vyrovnaní deformace základní nosné konstrukce 1 opřením o pomocnou nosnou konstrukci 2 pomocí síly v pohonu 6. V daném provedení je umístěním pohonu 6 na rámu 14 mimo základní nosnou a pomocnou nosnou konstrukci 1 a 2 docíleno jejich nezátěžování hmotností pohonu 6 a umožní tak docílení v mnoha případech nutné minimální vzdálenosti mezi základní nosnou a pomocnou nosnou konstrukcí 1 a 2. Při vhodné volbě tuhostí základní nosné konstrukce 1 a pomocné nosné konstrukce 2, rozměrů zařízení a úhlu α_1 mezi primárním táhlem 4 a převodovým táhlem 3 a úhlu α_2 mezi sekundárním táhlem 5 a převodovým táhlem 3 je při libovolné síle v pohonu 6 pohyb převodového táhla 3 axiální ve směru A. Přesto je vhodné axiální pohyb převodového táhla 3 ve směru A zajistit proti odchýlkám úhlů a poměru tuhostí posuvným vedením 16 převodového táhla 3 vůči rámu 14.

Na obr. 2 je schematicky znázorněno zařízení obdobné se zařízením na obr. 1, ale primární táhlo 4 je spojeno s převodovým táhlem 3 a se základní nosnou konstrukcí 1 rotačními klouby 7. Obdobně je také sekundární táhlo 5 s převodovým táhlem 3 a s pomocnou nosnou konstrukcí 2 rotačními klouby 7. Rotační klouby 7 mohou být obyčejné otočné klouby a/nebo rotační klouby opatřené torzní pružinou, a/nebo rotační klouby typu pružných kloubů. Pružný kloub znamená

rotační kloub tvořený poddajností, kdy rotace probíhá skrze deformaci v okolí spojení prvků, které se pak vzájemně otáčejí. Primární táhlo 4 a sekundární táhlo 5 mohou být pevná nebo ohybově poddajná. Jsou-li ohybově poddajné, pak jsou s výhodou předepnutá.

5 Na obr. 3 je schematicky znázorněno další provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální. Uspořádání je shodné jako u zařízení uvedeném na obr. 1, ale v daném případě je základní nosná konstrukce 1 spojena s pomocnou nosnou konstrukcí 2 dvěma spojovacími prvky 8. To znamená, že základní nosná konstrukce 1 i pomocná nosná konstrukce 2 jsou rozděleny na dvě části. Například může jít o řez trubkou, kdy
10 základní nosná konstrukce 1 i pomocná nosná konstrukce 2 jsou tvořeny trubkou různého průřezu (kruhový nebo mnohoúhelníkový) nebo může jít o řez neuzavřeným profilem. Jedna část základní nosné konstrukce 1 a pomocné nosné konstrukce 2 jsou spojeny jedním spojovacím prvkem 8 a druhá část základní nosné konstrukce 1 a pomocné nosné konstrukce 2 jsou spojeny druhým spojovacím prvkem 8. To znamená, že převodové táhlo 3 je spojeno dvojicí primárních táhel 4
15 s oběma částmi základní nosné konstrukce 1 a současně je spojeno dvojicí sekundárních táhel 5 s oběma částmi pomocné nosné konstrukce 2. Primární táhlo 4 a sekundární táhlo 5 každého spojovacího prvku 8 spolu tvoří písmeno V. Obě písmena V jsou podle obr. 3 uspořádána proti sobě. Jak primární táhlo 4, tak i sekundární táhlo 5 jednoho spojovacího prvku 8 svírají s převodovým táhlem 3 úhel větší než 90° (na obr. 3 je to spodní spojovací prvek 8). Jak primární táhlo 4, tak i sekundární táhlo 5 druhého spojovacího prvku 8 svírají s převodovým táhlem 3 úhel menší než 90° (na obr. 3 horní spojovací prvek 8). Rovněž tak je dosaženo, že pohyb převodového táhla 3 ve směru A se převede na pohyb základní nosné konstrukce 1 ve směru B a pomocné nosné konstrukce 2 ve směru C shodným směrem u obou spojovacích prvků 8. Výhoda tohoto uspořádání je, že předepnutí těchto táhel, pokud jsou ohybově poddajná, je provedeno mezi dvojicemi táhel 4
20 a 5, tedy mezi oběma písmeny V, pomocí předepínacích prvků 15 tvořených například posuvnými objímkami upevňovanými šrouby, a tak předepnutí není přeneseno na převodové táhlo 3 v oblasti pohonu 6, jako je tomu u provedení na obr. 1 a 2. To znamená, že primární táhlo 4 jednoho spojovacího prvku 8, zde spodní spojovací prvek 8, je předepnuto mezi převodovým táhlem 3 a základní nosnou konstrukcí 1 směrem k pohonu 6 a sekundární táhlo 5 téhož spojovacího
30 prvku 8 je předepnuto mezi převodovým táhlem 3 a pomocnou nosnou konstrukcí 2 také směrem k pohonu 6 pomocí posuvu spodního předepínacího prvku 15 směrem k pohonu 6. A naopak primární táhlo 4 druhého spojovacího prvku 8, zde horní spojovací prvek 8, je předepnuto mezi převodovým táhlem 3 a základní nosnou konstrukcí 1 směrem od pohonu 6 a sekundární táhlo 5 téhož spojovacího prvku 8 je předepnuto mezi převodovým táhlem 3 a pomocnou nosnou konstrukcí 2 také směrem od pohonu 6 pomocí posuvu horního předepínacího prvku 15 směrem od
35 pohonu 6.

Na obr. 4 je schematicky znázorněno další provedení zařízení, které je shodné se zařízením jako na obr. 3, s tím rozdílem, že primární táhla 4 jsou spojena s převodovým táhlem 3 a se základní nosnou konstrukcí 1 rotačními klouby 7 a obdobně sekundární táhla 5 jsou spojena s převodovým
40 táhlem 3 a s pomocnou nosnou konstrukcí 2 rotačními klouby 7. Rotační klouby 7 opět mohou být obyčejné otočné klouby a/nebo rotační klouby opatřené torzní pružinou, a/nebo rotační klouby typu pružných kloubů. S výhodou je opět provedeno předepnutí primárních a sekundárních táhel 4 a 5, což odstraní například vliv vůlí v rotačních kloubech 7 nebo umožní použití ohybově poddajných táhel 4 a 5.
45

Na obr. 5 je schematicky znázorněno uspořádání podle obr. 3 v prostorovém pohledu. Základní nosná konstrukce 1 a pomocná nosná konstrukce 2 jsou tvořeny souosými trubkami, tzv. provedení trubka v trubce. Trubky mohou být pouze souběžné s rovnoběžnými osami nebo souosé se shodnou osou nebo i s různoběžnými nebo mimoběžnými osami. Trubky také mohou mít různý příčný profil, například kruhový nebo mnohoúhelníkový, nebo mohou mít neuzavřený příčný profil, například segment rozřízlé trubky.
50

Na obr. 6 je ve schematickém řezu znázorněna reálná konstrukce možného provedení zařízení, popsaného již výše na obr. 3. Základní nosná konstrukce 1, pomocná nosná konstrukce 2 a převo-
55

dové táhlo 3, tvoří mimo oblast vetknutí zařízení do rámu 14 navzájem oddělené souosé válcové trubky vyrobené z kompozitu z kontinuálních uhlíkových vláken a polymerního pojiva. Hlavní nosná konstrukce 1 a pomocná nosná konstrukce 2 jsou vetknuty do rámu 14, který zde představuje objímka.

5

V mezeře mezi převodovým táhlem 3 a pomocnou nosnou konstrukcí 2 je v blízkosti pohonu 6 umístěno ložisko realizující posuvné vedení 16 uvedené na předešlých obrázcích, a umožňující, aby převodové táhlo 3 bylo axiálně posuvné. Převodové táhlo 3 je svým jedním koncem pevně spojeno s pístem pohonu 6.

10

U opačného konce zařízení jsou obě konstrukce 1 a 2, u svých volných konců přes konec převodového táhla 3 navzájem pevně spojeny dvěma spojovacími prvky 8 tvořenými dvojicí primárních táhel 4 a dvojicí sekundárních táhel 5, přičemž primární a sekundární táhlo 4, 5 jednoho spojovacího prvku 8 svírají s osou převodového táhla 3 úhel menší než 90 stupňů směrem od pohonu 6, na obr. 6 horní spojovací prvek 8 a primární a sekundární táhlo 4, 5 druhého spojovacího prvku 8 svírají s osou převodového táhla 3 úhel větší než 90 stupňů směrem od pohonu 6, na obr. 6 spodní spojovací prvek 8.

15

U tohoto provedení jsou všechna táhla 4, 5, vyrobena z ocelových planžet. Aby nedocházelo k namáhání táhel 4 a 5 vzpěrem, jsou obě táhla 4 a 5 předepnutá do tahu. Předepnutí je takové, aby deformace nosných konstrukcí 1 a 2 byla zanedbatelná. Výhoda tohoto uspořádání je, že předepnutí není přeneseno na převodové táhlo 3 a jím na pohon 6.

20

Úlohou zařízení je minimalizovat pohyb volného konce hlavního nosné konstrukce 1, tedy například průhyb od vnějšího zatížení a/nebo setrvačných sil. Vhodné silové působení pohonu 6 na převodové táhlo 3 řízenou dodávkou energie v závislosti na velikosti okamžitého průhybu minimalizuje velikost tohoto průhybu a současně i velmi účinně tlumí jeho případné kmity vlastní nebo kmity vynucené vnějšími silami.

25

Kvůli kompaktnosti zařízení je skrz dutinu převodového táhla 3 veden paprsek 12 z laseru 10, umístěného v ose zařízení na rámu 14. Na vnitřní straně zaslepeného volného konce hlavní nosné konstrukce 1 je pak připevněn detektor paprsku 11, fungující jako detektor změny polohy základní nosné konstrukce 1 vůči rámu 14.

30

Díky mechatronické konstrukční koncepci zařízení je při vhodném řízení dodávky energie do pohonu 6 dynamická tuhost i mechanické tlumení základní nosné konstrukce 1 při frekvenci ohybového namáhání od nuly do 100 Hz dvakrát až 16 krát větší než pasivního vetknutého nosníku z uhlíkového kompozitu stejných rozměrů, čímž lze zhruba pětinašobně zkrátit doby výrobních operací při významném zlepšení jakosti obráběného povrchu.

35

40

Ekonomický efekt pro provozovatele obráběcího stroje vybaveného takovýmto zařízením pak odpovídá tomuto zisku produktivity výroby, včetně zvýšení jakosti výrobků.

Při frekvenci ohybového namáhání nad 100 Hz je pak dynamická tuhost i mechanické tlumení zařízení tohoto provedení přibližně stejná jako u pasivního kompozitového nosníku stejných rozměrů.

45

Na obr. 7 je schematicky znázorněno možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální s jedním převodovým táhlem a se dvěma pohony. Základní nosná konstrukce 1 i pomocná nosná konstrukce 2 jsou připevněny k rámu 14 na obou koncích. Jedno převodové táhlo 3 je spojeno na svých koncích se dvěma pohony 6, které jsou připevněny k rámu 14. Základní nosná konstrukce 1 je spojena s pomocnou nosnou konstrukcí 2 dvěma spojovacími prvky 8. Jejich tvar V je orientován tak, aby pohyb ve směru A způsobil pohyb ve směru B u obou spojovacích prvků 8 shodným směrem a také pohyb ve směru C u obou spojovacích prvků 8 shodným směrem. Ostatní uspořádání je shodné jako na obr. 1.

50

55

Počet spojovacích prvků 8 může být v různém počtu (jeden, dva jako zde na obr. 7, tři, více). Základní nosná konstrukce 1 i pomocná nosná konstrukce 2 mohou být rozděleny na více částí (jedna jako zde na obr. 7, dvě jako na obr. 3, více).

- 5 Na obr. 8 je schematicky znázorněno možné provedení zařízení pro změnu tuhosti mechanických konstrukcí se zařízením pro převod axiální síly na radiální se dvěma převodovými táhly a se dvěma pohony. Základní nosná konstrukce 1 i pomocná nosná konstrukce 2 jsou připevněny k rámu 14 na obou koncích. Jsou užita dvě převodová táhla 3 a jsou užity dva pohony 6. Každé převodové táhlo 3 je spojeno s jedním pohonem 6, který je připevněn k rámu 14. Jeden pohon 6 je připevněn k rámu 14 v oblasti připevnění jednoho konce základní nosné konstrukce 1 a pomocné nosné konstrukce 2, na obr. 8 v dolní části, a druhý pohon 6 je připevněn k rámu 14 v oblasti připevnění druhého konce základní nosné konstrukce 1 a pomocné nosné konstrukce 2, na obr. 8 v horní části. Základní nosná konstrukce 1 je spojena s pomocnou nosnou konstrukcí 2 dvěma spojovacími prvky 8. Každý spojovací prvek 8 je spojen vždy s jedním převodovým táhlem 3.
10 Tvar V spojovacích prvků 8 je orientován tak, aby pohyb ve směru A způsobil pohyb ve směru B u obou spojovacích prvků 8 shodným směrem a také pohyb ve směru C u obou spojovacích prvků 8 shodným směrem. Ostatní uspořádání je shodné jako na obr. 1 a na obr. 7. Počet spojovacích prvků 8 může být různý (jeden, dva jako zde na obr. 7, tři, více). Základní nosná konstrukce 1 i pomocná nosná konstrukce 2 mohou být rozděleny na více částí (jedna jako zde na obr. 7, dvě
15 jako na obr. 3, více).

Vynález je určen zejména pro ohybem dynamicky namáhané součásti a díly výrobních strojů a manipulačních zařízení, u nichž záleží na co nejnížší hmotnosti a co největší tuhosti při co
25 nejvyšším mechanickém tlumení.

Všechny popsané varianty se mohou vzájemně kombinovat. Různé komponenty zařízení (například základní nosná konstrukce 1, pomocná nosná konstrukce 2, převodové táhlo 3, pohon 6, spojovací prvek 8) mohou být v různých počtech (jeden, dva, tři a více). Zařízení je řízeno počítacem.
30

PATENTOVÉ NÁROKY

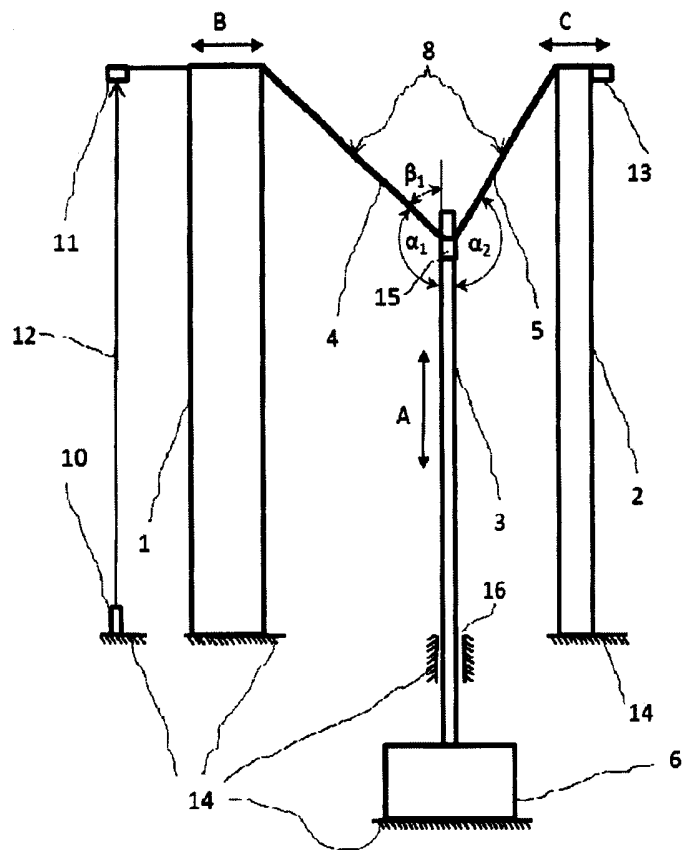
35

1. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce prostřednictvím pomocné nosné konstrukce, s níž je spojena alespoň jedním spojovacím prvkem s řízenými vlastnostmi, přičemž základní a pomocná nosná konstrukce jsou připevněny k rámu, **vyznačená tím**, že
40 spojovací prvek (8) je tvořen primárním táhlem (4) spojeným se základní nosnou konstrukcí (1) a s převodovým táhlem (3) a sekundárním táhlem (5) spojeným s pomocnou nosnou konstrukcí (2) a s převodovým táhlem (3), přičemž převodové táhlo (3) je spojeno s alespoň jedním pohonem (6) upevněným k rámu (14).

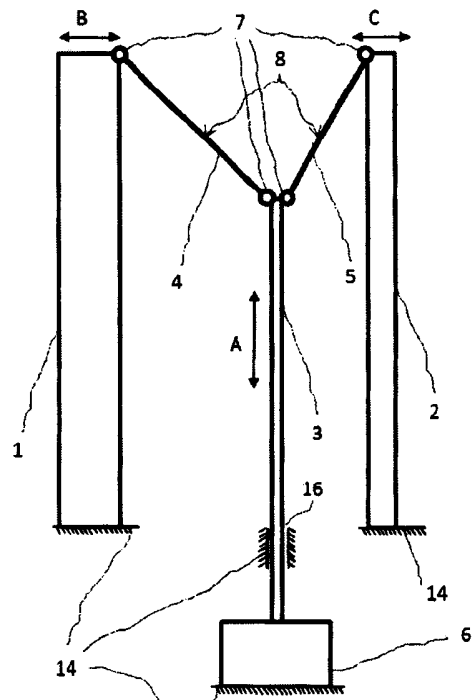
2. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle nároku 1, **vyznačené tím**, že obsahuje alespoň dvě převodová táhla (3), přičemž každé převodové táhlo (3) je spojeno s alespoň jedním pohonem (6) upevněným k rámu (14).
45

3. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **vyznačené tím**, že převodové táhlo (3) probíhá mezi základní nosnou konstrukcí (1) a pomocnou nosnou konstrukcí (2), přičemž jak primární táhlo (4), tak sekundární táhlo (5) jednoho spojovacího prvku (8) svírají s převodovým táhlem (3) úhel menší nebo větší než 90°.
50

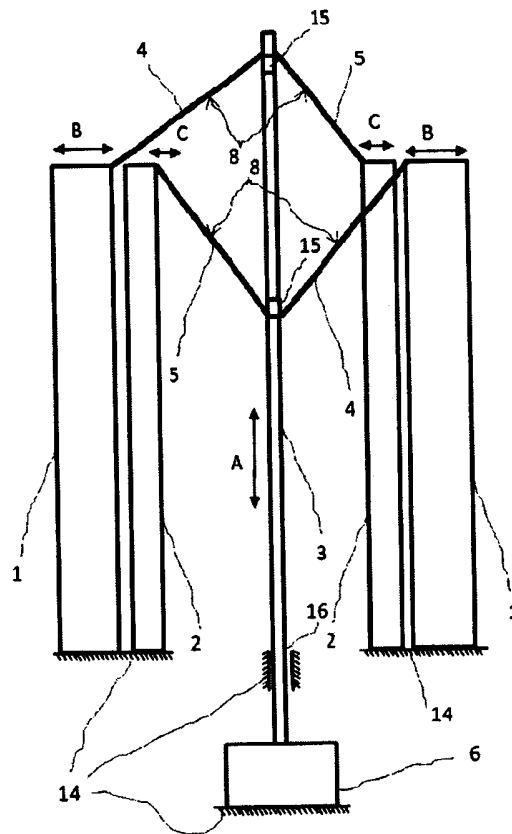
4. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **v y z n a ě n é t í m**, že primární táhlo (4) a sekundární táhlo (5) jsou kloubově spojena s převodovým táhlem (3) a se základní a pomocnou nosnou konstrukcí (1 a 2).
- 5 5. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **v y z n a ě n é t í m**, že primární táhlo (4) a sekundární táhlo (5) jsou ohybově poddajná.
- 10 6. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **v y z n a ě n é t í m**, že primární táhlo (4) jednoho spojovacího prvku (8) je předepnuto mezi převodovým táhlem (3) a základní nosnou konstrukcí (1) a/nebo sekundární táhlo (5) téhož spojovacího prvku (8) je předepnuto mezi převodovým táhlem (3) a pomocnou nosnou konstrukcí (2).
- 15 7. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **v y z n a ě n é t í m**, že obsahuje alespoň dva spojovací prvky (8), přičemž táhla (4, 5) jednoho spojovacího prvku (8) jsou předepnuta v jednom směru vztaženém k jednomu pohonu (6) a táhla (4, 5) druhého spojovacího prvku (8) jsou předepnuta v opačném směru vztaženém k témuž pohonu (6).
- 20 8. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **v y z n a ě n é t í m**, že základní a pomocná nosná konstrukce (1 a 2) mají uzavřený příčný profil.
- 25 9. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **v y z n a ě n é t í m**, že základní nosná a pomocná nosná konstrukce (1 a 2) jsou tvořeny trubicí, přičemž příčný profil trubek je kruhový a/nebo mnohoúhelníkový.
- 30 10. Zařízení pro změnu tuhosti základní nosné konstrukce podle některého z předešlých nároků, **v y z n a ě n é t í m**, že základní a pomocná nosná konstrukce (1 a 2) jsou uspořádány paralelně a/nebo souose.



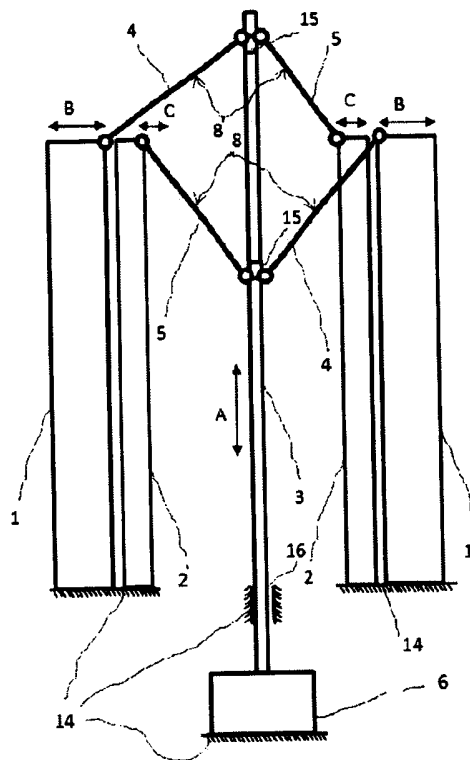
Obr. 1



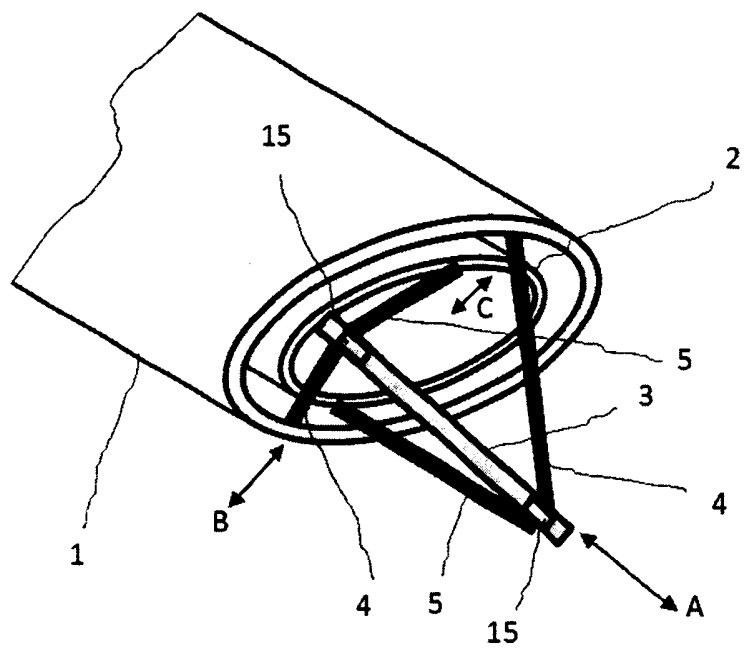
Obr. 2



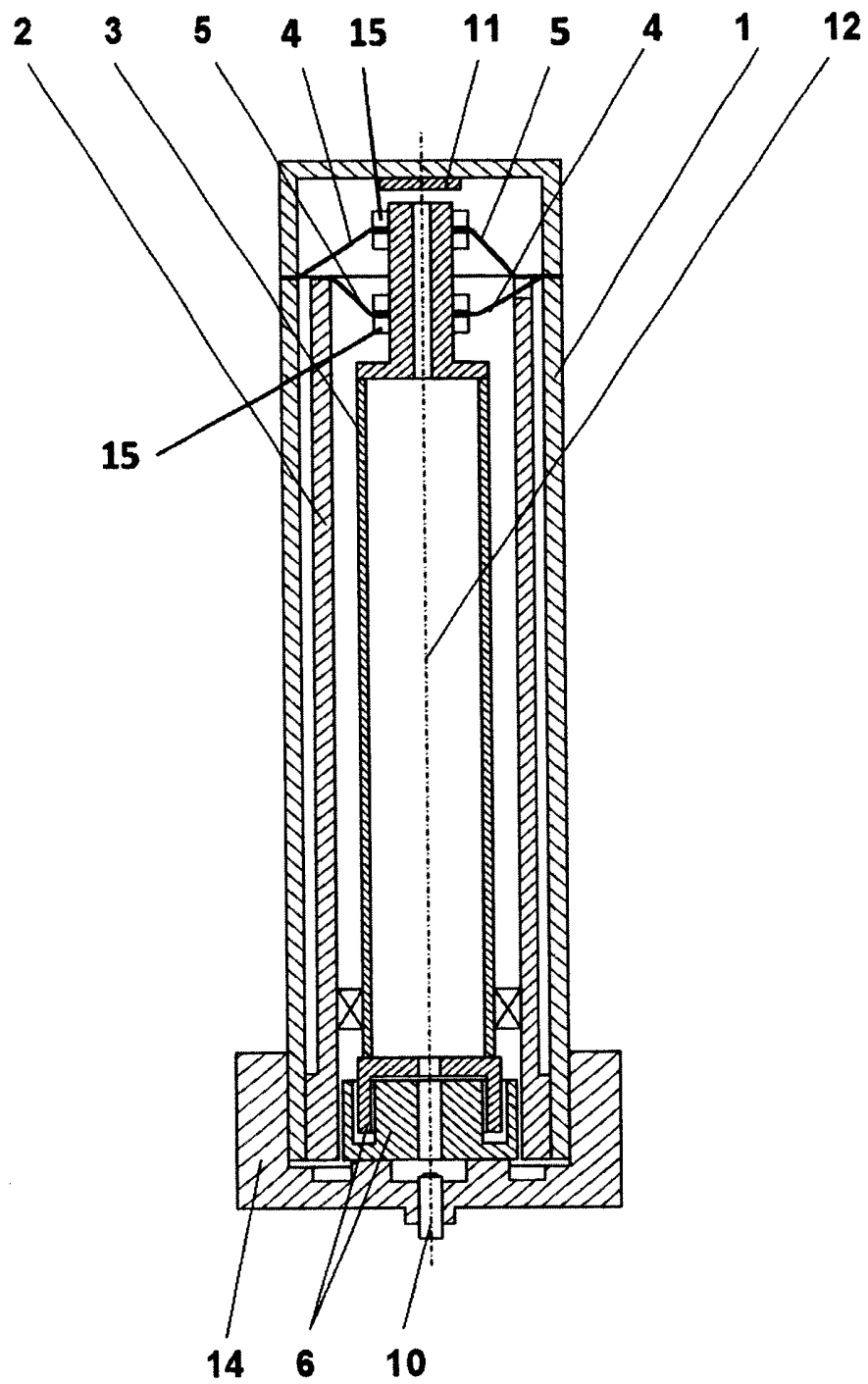
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

