

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2021-541

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

F16F 7/00 (2006.01)
F16F 15/02 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



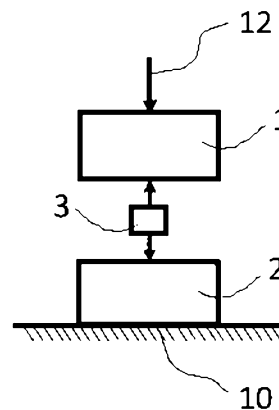
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **29.11.2021**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **07.06.2023**
(Věstník č. 23/2023)

- (71) Přihlašovatel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
- (72) Původce:
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc., Praha 4, CZ
- (74) Zástupce:
Ing. Karel Novotný, patentový zástupce, Žufanova
1099/2, 163 00 Praha 6, Řepy

(54) Název přihlášky vynálezu:
Způsob pro zvýšení pevnosti konstrukce

- (57) Anotace:
Způsob zvýšení pevnosti konstrukce spojené s rámem a vystavené nárazu zátěžnou silou spočívá v tom, že se konstrukce rozdělí na alespoň dvě části, nosnou část (2) a nárazovou část (1), z nichž nosná část (2) se spojí s rámem (10) a mezi nosnou část (2) a nárazovou část (1) se vloží aktuátor (3) pro tlumení zátěžné síly (12) působící na nárazovou část (1). Konstrukce se zvýšenou pevností proti nárazu zátěžnou silou spojená s rámem sestává z alespoň dvou částí obsahující nosnou část (2) spojenou s rámem (10) a alespoň jednu nárazovou část (1), přičemž mezi nosnou částí (2) a nárazovou/vými částí/mi (1) je uspořádán aktuátor (3). Nárazová část (1) sestává z alespoň dvou částí obsahující alespoň jednu nárazovou část (1) a alespoň jednu vloženou nárazovou část (21) uspořádanou mezi nosnou částí (2) a nárazovou část (1), přičemž mezi nosnou částí (2) a nárazovou/vými částí/mi (1) a vloženou/vými nárazovou/vými částí/mi (21) a mezi vloženými nárazovými částmi (21) jsou uspořádány aktuátory (3).



Způsob pro zvýšení pevnosti konstrukce

Oblast techniky

5

Vynález se týká způsobu zvýšení pevnosti pevné nebo pohyblivé se konstrukce při rázovém silovém zatížení během konečného časového intervalu.

10

Dosavadní stav techniky

Dosavadní pevné nebo pohyblivé se konstrukce vystavené rázovému silovému zatížení během konečného časového intervalu často podléhají destrukci představované velkou trvalou deformací nebo prasknutí. Pro předejití této destrukci se užívá buď prosté zesílení konstrukce vystavené silovému zatížení nebo se užívají *pro případ silového zatížení* předem vytvořené části konstrukce určené k destrukci. Tyto části konstrukce do své trvalé deformace absorbují energii přinesenou silovým zatížením, která by jinak provedla destrukci vlastní konstrukce. Při každém případě rázového silového zatížení dojde k destrukci této části konstrukce určené k destrukci, což ale znamená další nepoužitelnost celkové konstrukce.

20

Cílem tohoto vynálezu je způsob a zařízení jednak pro opakované použití konstrukce vystavené rázovému silovému zatížení bez destrukce a jednak pro zvýšení pevnosti pevné nebo pohyblivé se konstrukce při rázovém silovém zatížení během konečného časového intervalu tak, aby konstrukce jednak měla vyšší odolnost vůči silovému zatížení a jednak v ní nedocházelo k trvalé deformaci (destrukci).

25

Podstata vynálezu

Podstata způsobu pro zvýšení pevnosti konstrukce spojené s rámem a vystavené nárazu zátěžnou silou spočívá v tom, že se konstrukce rozdělí na alespoň dvě části, nosnou část a nárazovou část, z nichž nosná část se spojí s rámem a mezi nosnou část a nárazovou část se vloží aktuátor pro tlumení zátěžné síly působící na nárazovou část. Z nárazové části se oddělí vložená nárazová část, a mezi nosnou část a nárazovou část se vloží přímo a/nebo přes vloženou nárazovou část aktuátor pro tlumení zátěžné síly působící na nárazovou část.

35

Podstata konstrukce se zvýšenou pevností proti nárazu zátěžnou silou, spojená s rámem spočívá v to, že sestává z alespoň dvou částí obsahující nosnou část spojenou s rámem a alespoň jednu nárazovou část, přičemž mezi nosnou částí a nárazovou/vými částí/mi je uspořádán aktuátor. Nárazová část sestává z alespoň dvou částí obsahující alespoň jednu nárazovou část a alespoň jednu vloženou nárazovou část uspořádanou mezi nosnou částí a nárazovou část, přičemž mezi nosnou částí a nárazovou/vými částí/mi a vloženou/vými nárazovou/vými částí/mi a mezi vloženými nárazovými částmi jsou uspořádány aktuátory.

40

Nosná část spojena alespoň s jednou nárazovou částí a/nebo vloženou nárazovou částí prostřednictvím rotačního kloubu nebo posuvného vedení. Vložená nárazová část je spojena s alespoň jednou nárazovou částí a/nebo další vloženou nárazovou částí prostřednictvím rotačního kloubu nebo posuvného vedení.

45

Objasnění výkresů

Na přiložených obrázcích je schematicky znázorněno zařízení pro zvýšení pevnosti pevné nebo pohyblivé se konstrukce při rázovém silovém zatížení během konečného časového intervalu, kde

50

obr. 1 až 4 znázorňují jedno ze základních uspořádání zařízení,

obr. 5 až 19 znázorňují další alternativní uspořádání zařízení.

5

Příklady uskutečnění vynálezu

Na obr. 1 je znázorněno obvyklé uspořádání, kdy pevná konstrukce 11 připevněná k rámu 10 a zatížená silou 12 představující rázové silové zatížení, což znamená, že síla 12 působí po omezený
10 konečný časový interval. Rázové silové zatížení například vznikne nárazem pohybujícího se objektu na pevnou konstrukci 11, poddajnost pevné konstrukce 11 vytvoří brzdící sílu rovnou síle 12 a pevná konstrukce 11 akumuluje kinetickou energii pohybujícího se objektu až do jeho zastavení. Konstrukce 11 v takovém uspořádání působením síly 12 často praskne. Rázové silové zatížení tak může působit jen jednorázově, protože dojde k destrukci konstrukce. Silové zatížení
15 na obr. 1 představuje zatížení tlakem, ale v dalším bude zobecněno i na zatížení tahem, ohybem, smykem a krouticím momentem.

Na obr. 2 je znázorněno řešení, které zabrání prasknutí pevné konstrukce 11 z obr. 1. Pevná konstrukce 11 je rozdělena na nárazovou část 1 a nosnou část 2 upevněnou k rámu 10. Nárazová
20 část 1 a nosná část 2 jsou spojeny aktuátorem 3. Působením zátěžné síly 12 se nárazová část 1 začne pohybovat směrem k nosné části 2 a proti tomuto pohybu bude působit síla aktuátoru 3 tak, že zátěžná síla 12 bude na hranici nebo pod hranicí velikosti síly, která by vedla k prasknutí nárazové části 1 nebo nosné části 2, tedy k její destrukci. Rázové silové zatížení tak může působit opakovaně, protože nedojde k destrukci konstrukce.

25

Aktuátor 3 může být aktivní pohon, který působí silou řízenou počítačem. Takový aktuátor je třeba hydraulický válec, lineární elektrický motor, piezoaktuátor, elektrodynamický (voice coil), řízený tlumič, řízená pružina aj. Požadavek na něj je zvláště dosažení velkého zrychlení a rychlosti. Aktuátor 3 může být pasivní prvek s předem zkonstruovaným průběhem síly a rychlosti při odezvě
30 na zatížení silou 12. Takový aktuátor je třeba tlumič, pružina s konstantní nebo neprogresivně rostoucí silou v závislosti na deformaci aj. Aktivní aktuátor je schopen po absorbování rázového silového zatížení vrátit konstrukci do původního tvaru. Toho je schopen i pasivní aktuátor, pokud obsahuje i pružinu s kladnou tuhostí. Pasivní tlumiče mohou být i jednorázově vytvořené z plastických deformovatelných těles typu trn a díra, které se do sebe zasunou a tím vyvinou tlumící
35 sílu.

Na obr. 3 je řešení z obr. 2 doplněné o čidlo 6 pro měření vzájemného pohybu nárazové části 1 a nosné části 2. Může to být čidlo vzájemné polohy, např. vzdálenosti, vzájemné rychlosti nebo zrychlení anebo čidlo síly mezi nárazovou částí 1 a nosnou částí 2. Toto čidlo 6 slouží pro řízení
40 působící síly (účinku) aktuátoru 3 jako aktivního prvku.

Na obr. 4 je znázorněno, jak vzniká rázové silové zatížení silou 12. Každá síla je dána vzájemným působením hmotných objektů. Rázové silové zatížení vznikne tak, že do kontaktu s tělesem nárazové části 1 se dostane pohybující se těleso 14, které se pohybuje rychlostí v0.
45

Odpor nárazové části 1 brzdící pohyb tělesa 14 odpovídá velikosti rázového silového zatížení silou 12.

Jestliže pohyb pohybujícího se tělesa 14 je zastaven během doby T , pak probíhá přibližně jeho decelerace o velikosti $-v_0/T$ a současně akcelerace nárazové části 1 o velikosti v_0/T . Pak platí (a je zrychlení, v je rychlost, s je poloha pohybujícího se tělesa 14 a shodně nárazové části 1, t je čas)
50

$$a = dv/dt = -v_0/T$$

55

$$v = v_0 - v_0/T t$$

(1)

$$v = ds/dt = v_0 - v_0/T t$$

$$s = v_0 t - v_0/T t^2/2$$

5

Protože pohyb probíhá do nulové rychlosti po dobu T , je výsledná dráha tělesa nárazové části 1 rovna $s = v_0 T/2$. Tento prostor je nutný mezi tělesy nárazové části 1 a nosné části 2 pro zastavení pohybu nárazové části 1.

- 10 Pro síly platí pohybové rovnice (Fakt je síla aktuátoru 3, m_1 je hmotnost nárazové části 1, m je hmotnost pohybujícího se tělesa 14)

$$F_{12} - Fakt = m_1 a \quad (2)$$

- 15 $m a = F_{12}$

Po dosazení z (1) do (2) dostaneme

$$m v_0/T - Fakt = m_1 a = -m_1 v_0/T \quad (3)$$

20

$$(m+m_1)v_0/T = Fakt$$

Rázové silové zatížení silou 12 i působící síla Fakt aktuátoru 3 musejí být menší než destrukční síla F_{dest} , která by způsobila prasknutí tělesa nárazové části 1 nebo nosné části 2

25

$$F_{12} < F_{dest} \quad (4)$$

$$Fakt < F_{dest}$$

- 30 Po dosazení z (2) a (3) do (4) dostaneme

$$F_{12} = m a < F_{dest}$$

$$m v_0/T < F_{dest}$$

35

$$T > m v_0/F_{dest} \quad (5)$$

$$Fakt = (m+m_1)v_0/T < F_{dest}$$

40

$$T > (m+m_1)v_0/F_{dest}$$

$$m_1 < F_{dest} T/v_0 - m \quad (6)$$

- 45 Poslední vztah ukazuje, že hmotnost tělesa nárazové části 1 má jisté meze své velikosti. To je dáno i tím, že každé těleso je pružné a jeho stlačování jako pružiny vede k růstu vnitřních sil. Proto je třeba těleso nárazové části 1 rozdělit na dílčí tělesa a aktuátory 3 mezi nimi provádět brždění a disipaci energie rázového silového zatížení silou 12.

- 50 Na obr. 5 je těleso pevné konstrukce rozděleno na tři dílčí tělesa a více aktuátorů 3 a to na nárazovou část 1, vloženou nárazovou část 21 a nosnou část 2 spojené aktuátory 3. Dělení může podle potřeby dále pokračovat na větší počet vložených nárazových částí 21 a nosnou část 2. Zde je znázorněno, že mezi nárazovou část 1 a vloženou nárazovou částí 21 může působit současně více aktuátorů 3.

Na obr. 6 je znázorněna varianta řešení z obr. 2, kde je nárazová část 1 spojena s nosnou částí 2 vedle aktuátoru 3 také rotačním kloubem 4. Vzájemná pohyblivost nárazové části 1 a nosné části 2 je zachována a je dána rotací, na kterou působí aktuátor 3.

- 5 Na obr. 7 je znázorněna alternativa varianty řešení z obr. 6, kde je nárazová část 1 spojena s nosnou částí 2 vedle aktuátoru 3 také posuvným vedením 5. Vzájemná pohyblivost nárazové části 1 a nosné části 2 je zachována a je dána posuvem, na který působí aktuátor 3.

- 10 Na obr. 8 je znázorněna rozvětvená struktura vložených nárazových částí 21 propojených mezi sebou řadou aktuátorů 3 a rotačními klouby 4 a posuvným vedením 5. Na nárazovou část 1 působí současně více rázových silových zatížení silami 12.

- 15 Na obr. 9 je znázorněna jiná varianta rozvětvené struktury vložených nárazových částí 21 propojených mezi sebou řadou aktuátorů 3 a rotačních kloubů 4. Zátěžná síla 12 je zde tahová síla.

- Na obr. 10 je znázorněn případ, kdy nárazová část 1 je rozdělena na více souběžných nárazových částí 1 spojených rotačními klouby 4 tak, aby byly rozděleny vůči více jednotlivým současným rázovým silovým zatížením silami 12.

- 20 Současná rázová silová zatížení silami 12 podle obr. 10 vzniknou tak, že jedno rázové silové zatížení silou 12 působí na větší ploše nárazové části 1, kde by vzhledem k odlehlosti částí nárazové části 1, na kterou působí silové zatížení silou 12 od jiné nárazové části 1 nezatížené silou 12, došlo k jejich vzájemné deformaci a v jejím důsledku k prasknutí nárazové části 1. Proto je nárazová část 1 rozdělena na více souběžných nárazových částí 1 v principu přibližně ve směru kolmém na působící síly 12, což odstraňuje jejich vzájemnou pohyblivostí problém vzájemného pnutí na větší části zatížené nárazové části 1.

- 30 Na obr. 11 je znázorněn obdobný případ k obr. 10, kdy nárazová část 1 je rozdělena na více souběžných nárazových částí 1 zde spojených posuvnými vedeními 5 tak, aby byly rozděleny vůči více rázovým silovým zatížením silami 12.

- 35 Na obr. 12 je znázorněn obdobný případ k obr. 10 a 11. Zde je nárazová část 1 rozdělena jednak na více souběžných nárazových částí 1 v principu přibližně ve směru kolmém na působící síly 12, což odstraňuje jejich vzájemnou pohyblivostí problém vzájemného pnutí na větší části zatížené nárazové části 1, a jednak na více vložených nárazových částí 21 ve směru působících sil 12. Vzájemná pohyblivost rozdělených nárazových částí 1 pak umožňuje funkčnost i v případě, že zatížení silami 12 nebude současné a/nebo že zatížení silami 12 nebude působit na všechny rozdělené nárazové části 1, ale bude působit jen na některé. Na obr. 12 je navíc ukázána možnost kombinace rotačních kloubů 4 a posuvných vedení 5 mezi rozdělenými nárazovými částmi 1 a vloženými nárazovými částmi 21.

- 45 Na obr. 13 je znázorněna podobný případ jako na obr. 1, kde pevná konstrukce 11 vetknutá do rámu 10 je zatížená silou 12 představující rázové silové zatížení, které způsobuje ohybové namáhání konstrukce.

- Na obr. 14 je znázorněno obdobné řešení jako na obr. 2, které zabrání prasknutí pevné konstrukce 11 z obr. 13. Pevná konstrukce 11 je rozdělena na nárazovou část 1 a nosnou část 2 obě vetknuté do rámu 10. U obou konstrukcí 1 a 2 se předpokládá ohybová poddajnost vůči vetknutí. Nárazová část 1 a nosná část 2 jsou spojeny aktuátorem 3. Působením zátěžné síly 12 se nárazová část 1 ohybově deformuje a začne se pohybovat směrem k nosné části 2, která se také ohybově deformuje a proti tomuto pohybu bude působit síla aktuátoru 3 tak, že zátěžná síla 12 bude na hranici nebo pod hranicí velikosti síly, která by vedla k prasknutí nárazové části 1 nebo nosné části 2.

- 55 Na obr. 15 je znázorněno jiné řešení případu z obr. 13. Místo řešení ohybového namáhání konstrukce rázovým silovým zatížením 12 pomocí rozdělení konstrukce podle obr. 14 je užito jiné

rozdělení konstrukce. Ohybové namáhání je řešeno smykovým namáháním. Nárazová část 1 a nosná část 2 jsou spojeny posuvným vedením 5 a aktuátorem 3, který působí mezi nárazovou částí 1 a nosnou částí 2.

- 5 Na obr. 16 je znázorněna případ obvyklého uspořádání, obdobně jako na obr. 1, kde pevná konstrukce 11 vetknutá do rámu 10 je zatížena momentem (dvojicí sil) 12 představující rázové silové zatížení krouticím momentem, které způsobuje torzní namáhání konstrukce 11.

- 10 Na obr. 17 je znázorněno obdobné řešení jako na obr. 2, které zabrání prasknutí pevné konstrukce 11 z obr. 16. Pevná konstrukce 11 je rozdělena na nárazovou část 1 a nosnou část 2 vetknutou do rámu 10. U obou konstrukcí 1 a 2 se předpokládá torzní poddajnost. Nárazová část 1 a nosná část 2 jsou spojeny aktuátorem 3 schopným vyvinout krouticí moment. Působením zátěžného momentu 12 se nárazová část 1 torzně deformuje a začne se natáčet vzhledem k nosné části 2, která se také torzně deformuje a proti tomuto pohybu bude působit krouticí moment aktuátoru 3 tak, že
15 zátěžná síla 12 v podobě krouticího momentu bude na hranici nebo pod hranicí velikosti krouticího momentu, který by vedl k prasknutí nárazové části 1 nebo nosné části 2.

- Pevnou konstrukci 11 je vhodné rozdělit na tolik nárazových částí 1 a vložených nárazových částí 21, aby brzdné síly aktuátorů 3 umožnily pohyb nárazových částí 1 a vložených nárazových částí 21 rychlostí nárůstu zátěžné síly 12, aniž by síly aktuátorů 3 vedly k prasknutí nárazových částí 1 a vložených nárazových částí 21 nebo nosné části 2.
20

- Ve všech popsanych případech může být rám 10 představován pohyblivou částí konstrukce s velkou hmotností. Její setrvačná hmotnost (síla) pak nahrazuje rám. Příkladem je náraz automobilu do překážky nebo srážka automobilů. Jiným příkladem je náraz střely do pohyblivé konstrukce.
25

- Dalším příkladem je torzní zatížení rotujícího hřídele. Schematicky je to znázorněno na obr. 18, kde nosná část 2 i po oddělení nárazové části 1 má stále velkou hmotnost. Zde nosná část 2 může představovat karosérii automobilu a nárazová část 1 jeho nárazník nebo přední část karosérie.
30

- Další příklad pohyblivé části konstrukce s velkou hmotností představující rám je znázorněn na obr. 19. Rotor, který se otáčí, je pohyblivě připojen k rámu 10 ložisky 13. Rotor je ohybově zatížen rázovým silovým zatížením 12. Aby tomuto zatížení odolal, tak je rozdělen na nárazovou část 1 a na nosnou část 2. Nárazová část 1 a nosná část 2 jsou spojeny aktuátory 3. Předpokládá se ohybová poddajnost nárazové části 1, která umožní její pohyb s aktuátory 3. Velká setrvačná hmotnost (síla) nosné části 1 pak opět nahrazuje rám.
35

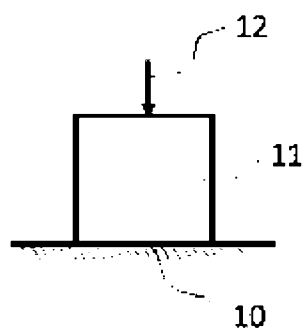
- Aktuátory mohou být řízené pohony, ale také pasivní tlumiče nebo tlumiče spojené s pružinami. Výhodné jsou pružiny s konstantní silou. Aktuátory jsou řízeny počítači.
40

Všechny popsané varianty se mohou různě vzájemně kombinovat.

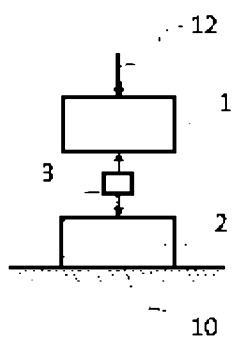
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Způsob pro zvýšení pevnosti konstrukce spojené s rámem a vystavené nárazu zátěžnou silou, **vyznačený tím**, že se konstrukce rozdělí na alespoň dvě části, nosnou část (2) a nárazovou část (1), z nichž nosná část (2) se spojí s rámem (10) a mezi nosnou část (2) a nárazovou část (1) se vloží aktuátor (3) pro tlumení zátěžné síly (12) působící na nárazovou část (1).
- 10 2. Způsob pro zvýšení pevnosti konstrukce spojené s rámem a vystavené nárazu zátěžnou silou podle nároku 1, **vyznačený tím**, že z nárazové části (1) se oddělí vložená nárazová část (21), a mezi nosnou část (2) a nárazovou část (1) se vloží přímo a/nebo přes vloženou nárazovou část (21) aktuátor (3) pro tlumení zátěžné síly (12) působící na nárazovou část (1).
3. Konstrukce se zvýšenou pevností proti nárazu zátěžnou silou, spojená s rámem, **vyznačená tím**, že sestává z alespoň dvou částí obsahující nosnou část (2) spojenou s rámem (10) a alespoň jednu nárazovou část (1), přičemž mezi nosnou částí (2) a nárazovou/vými částí/mi (1) je uspořádán aktuátor (3).
- 15 4. Konstrukce se zvýšenou pevností proti nárazu zátěžnou silou, **vyznačená tím**, že nárazová část (1) sestává z alespoň dvou částí obsahující alespoň jednu nárazovou část (1) a alespoň jednu vloženou nárazovou část (21) uspořádanou mezi nosnou částí (2) a nárazovou část (1), přičemž mezi nosnou částí (2) a nárazovou/vými částí/mi (1) a vloženou/ými nárazovou/ými částí/mi (21) a mezi vloženými nárazovými částmi (21) jsou uspořádány aktuátory (3).
- 20 5. Konstrukce se zvýšenou pevností proti nárazu zátěžnou silou, podle nároků 3 a 4, **vyznačená tím**, že nosná část (2) je spojena alespoň s jednou nárazovou částí (1) a/nebo vloženou nárazovou částí (21) prostřednictvím rotačního kloubu (4) nebo posuvného vedení (5).
- 25 6. Konstrukce se zvýšenou pevností proti nárazu zátěžnou silou, podle nároku 3 a 4 a 5, **vyznačená tím**, že vložená nárazová část (21) je spojena s alespoň jednou nárazovou částí (1) a/nebo další vloženou nárazovou částí (21) prostřednictvím rotačního kloubu (4) nebo posuvného vedení (5).

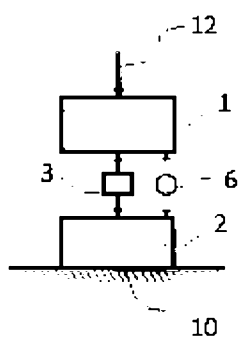
9 výkresů



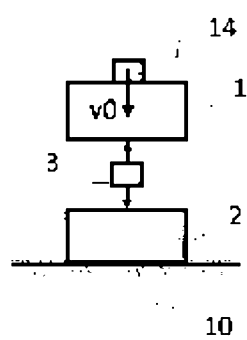
Obr. 1



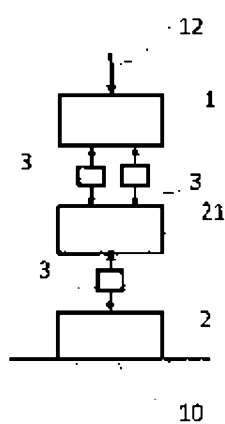
Obr. 2



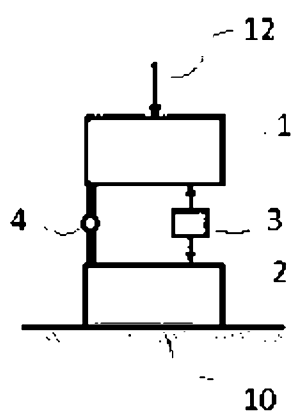
Obr. 3



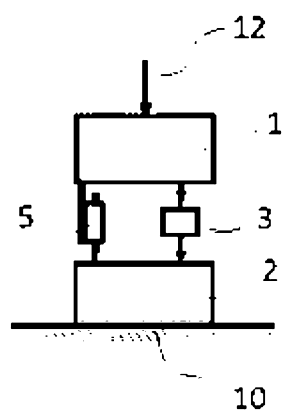
Obr. 4



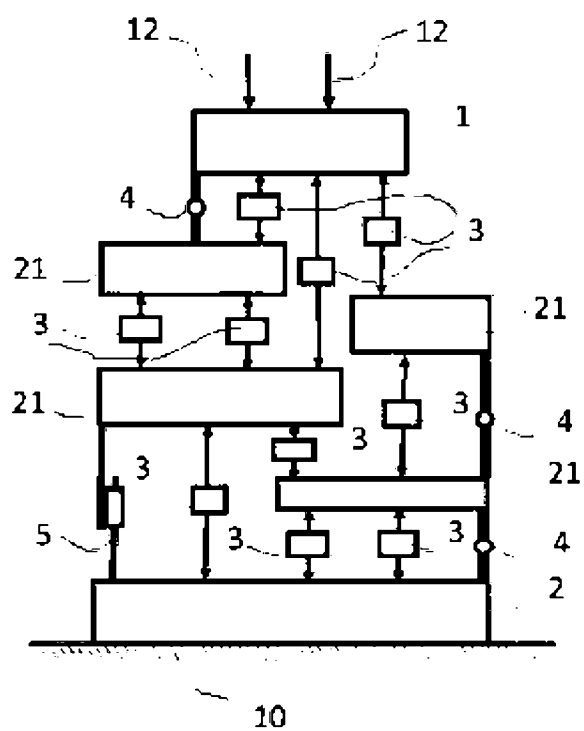
Obr. 5



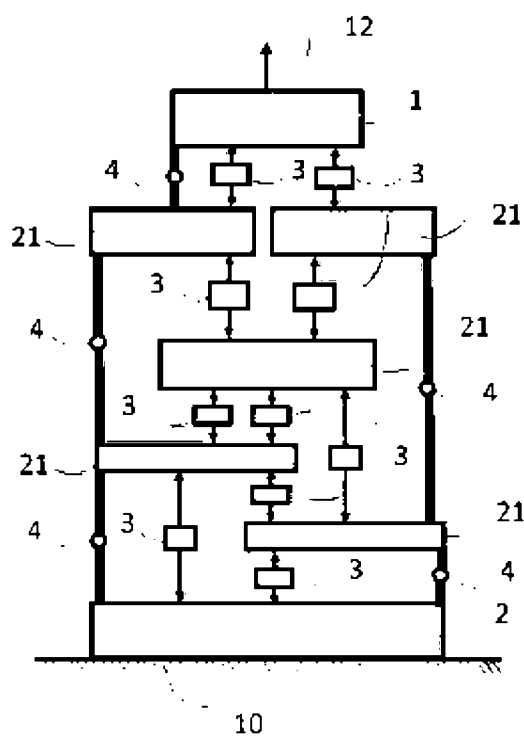
Obr. 6



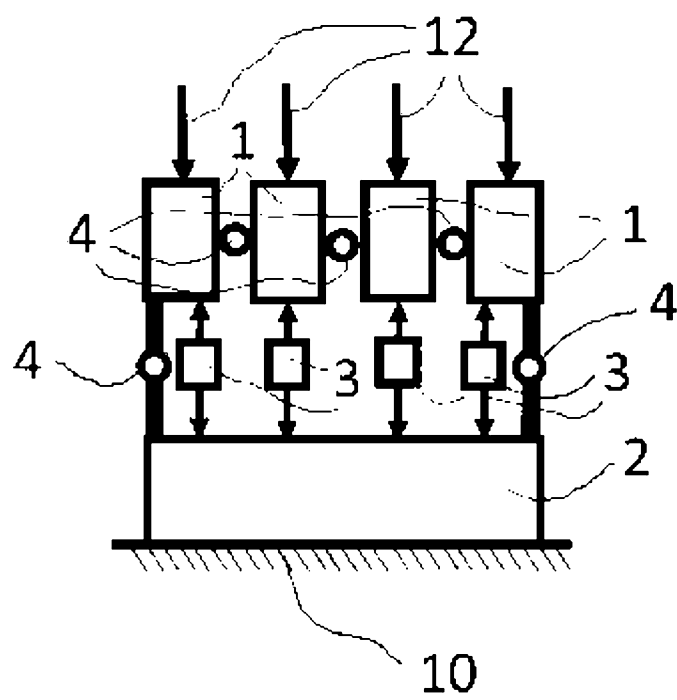
Obr. 7



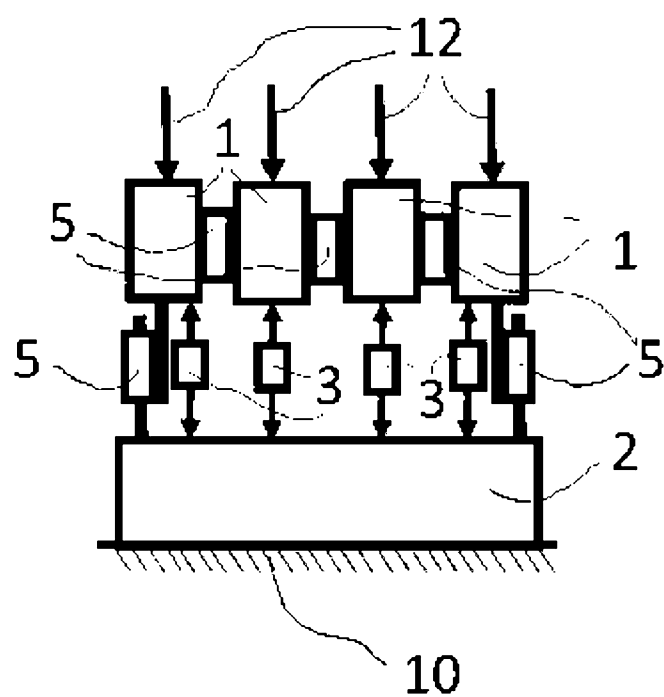
Obr. 8



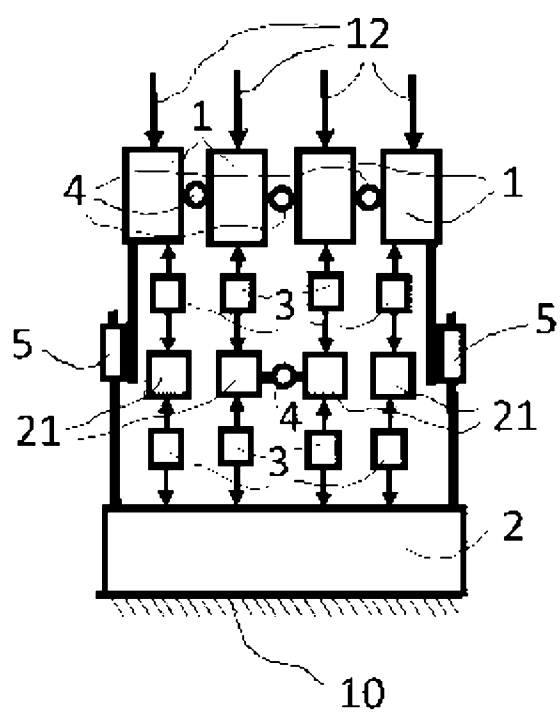
Obr. 9



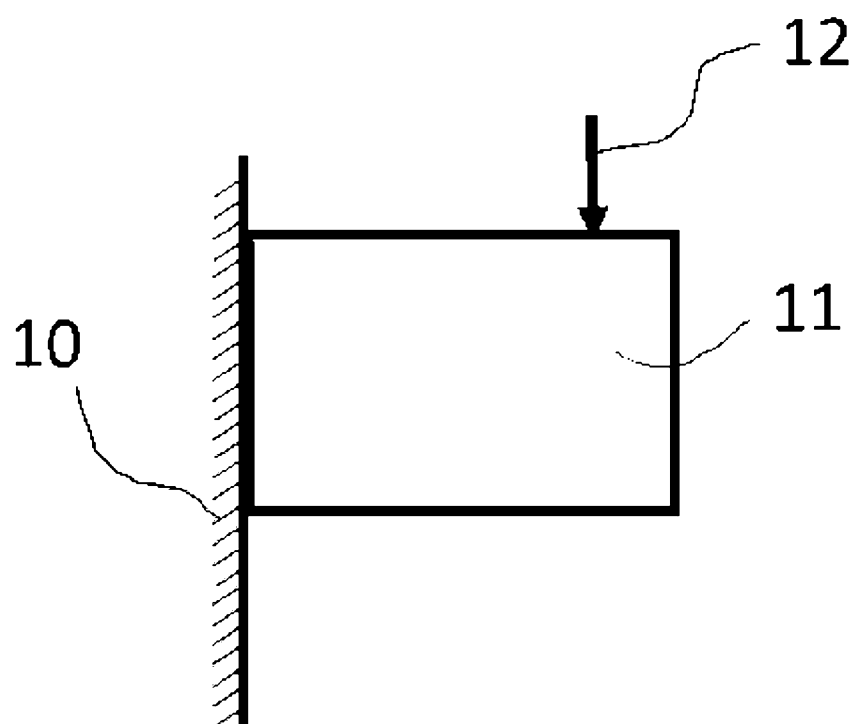
Obr. 10



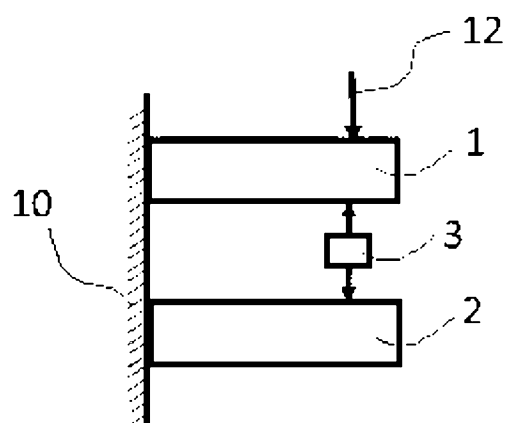
Obr. 11



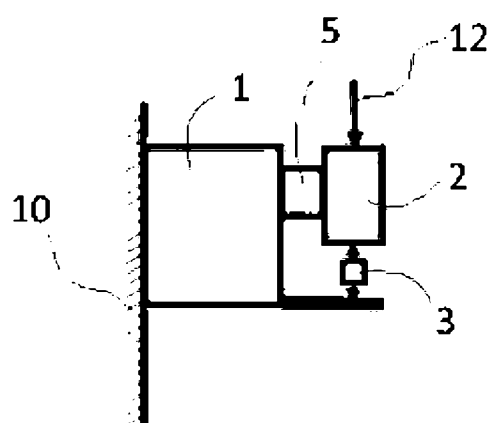
Obr. 12



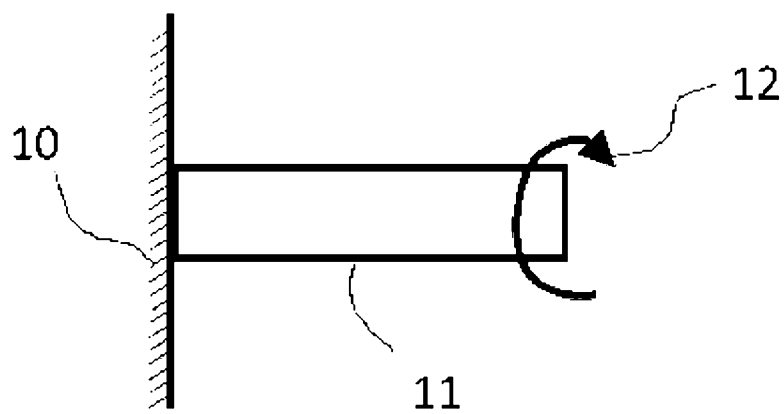
Obr. 13



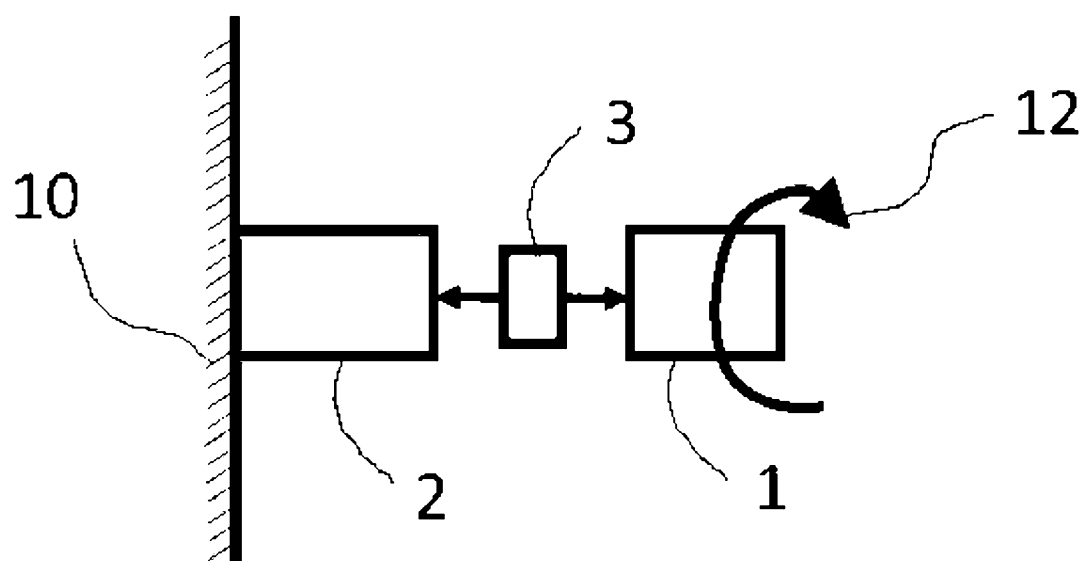
Obr. 14



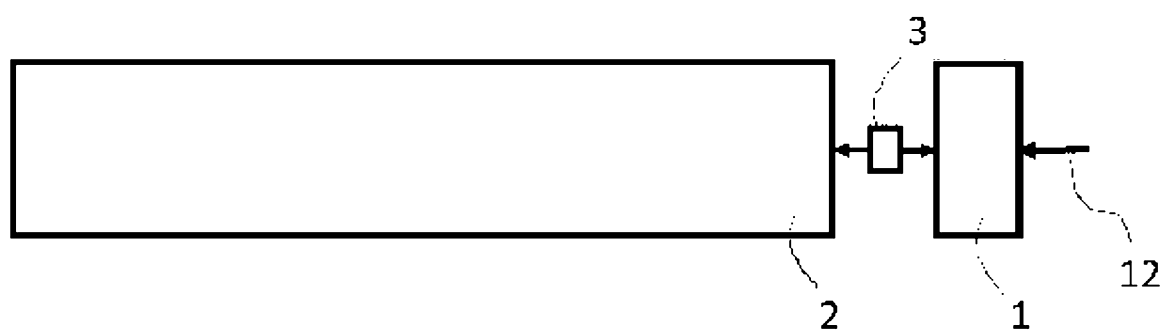
Obr. 15



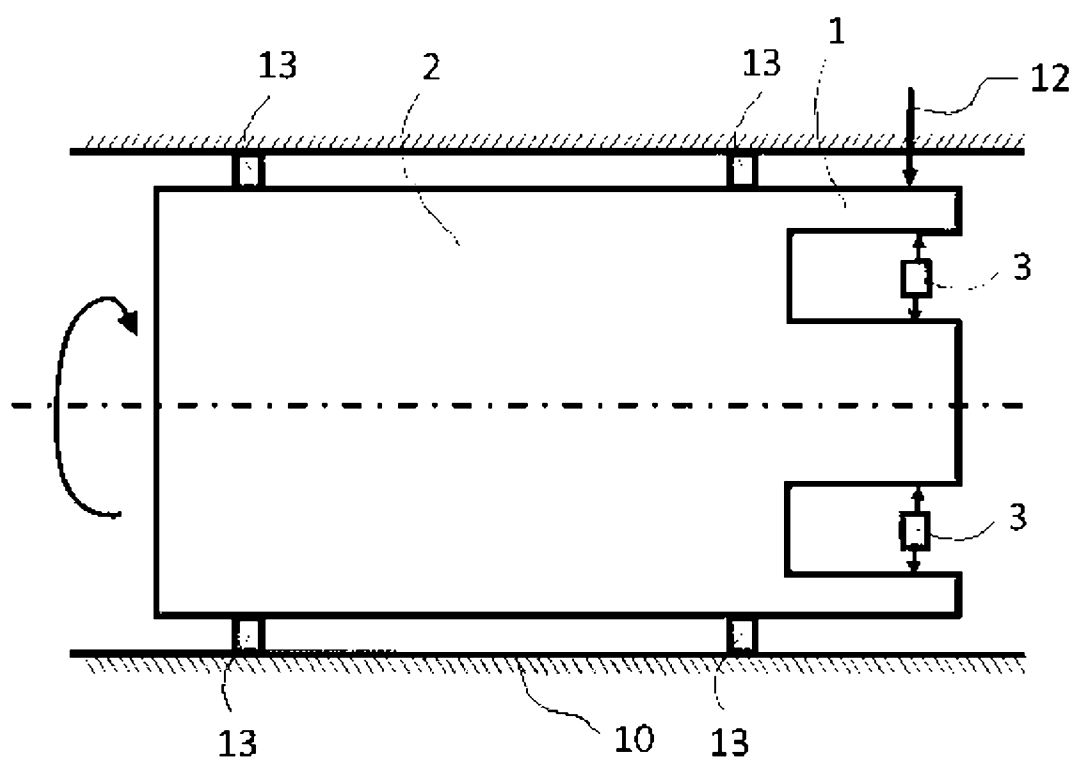
Obr. 16



Obr. 17



Obr. 18



Obr. 19