

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 305 246

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

*G01N 3/31* (2006.01)

*G01N 3/30* (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

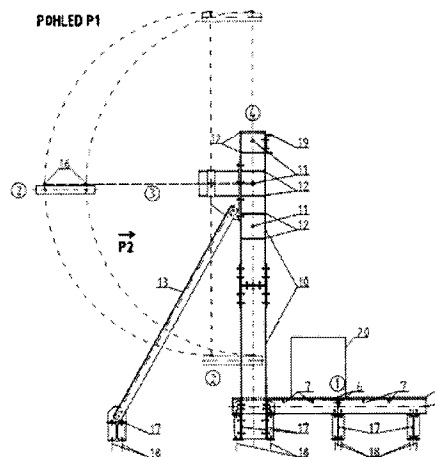
(21) Číslo přihlášky: **2013-136**  
(22) Přihlášeno: **22.02.2013**  
(40) Zveřejněno: **03.09.2014**  
**(Věstník č. 36/2014)**  
(47) Uděleno: **20.05.2015**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **01.07.2015**  
**(Věstník č. 26/2015)**

(56) Relevantní dokumenty:  
Journal of Sound and Vibration 266 (2003).  
JP 2001-235412 A; EP 1 615 016 A; CN 202748279U U; US 7 360 393 B; US 2004-0103713 A; US 2008/0178655 A.

(73) Majitel patentu:  
České vysoké učení technické v Praze, Fakulta  
stavební, Experimentální centrum, Praha 6, CZ

(72) Původce:  
Ing. Jindřich Fornůsek, Praha 9, CZ  
prof. Ing. Petr Konvalinka, CSc., Praha 10, CZ  
Ing. Petr Máca, Praha 10, CZ  
Ing. Václav Maršík, Neveklov, CZ  
Ing. Radoslav Sovják, Ph.D., Praha 6, CZ  
Bc. Tomáš Vavříník, Staré město u Uherského  
Hradiště, CZ  
Ing. Jan Zatloukal, Rychnov nad Kněžnou, CZ

(74) Zástupce:  
Ing. Václav Kratochvíl, Husníkova 2086/22, 158 00  
Praha 13



(54) Název vynálezu:  
**Univerzální zkušební zařízení pro stanovení  
mechanických parametrů, odezvy a  
poškození pokročilých kompozitních  
materiálů za vysokých rychlostí deformace**

(57) Anotace:  
Univerzální zkušební zařízení pro stanovení  
mechanických parametrů, odezvy a poškození  
pokročilých kompozitních materiálů za vysokých  
rychlostí deformace obsahuje upínací stůl (1), ke kterému  
je připojena stojka (4) opatřená závěsem (3) s úderníkem  
(2), pro zatěžování vzorků (20) v horizontální rovině.  
Stojka (4) je opatřena po své výšce systémem  
připravených otvorů (11) doplněných výztuhami (12) pro  
umožnění volně měnit výšku dopadu úderníku (2) a/nebo  
rozměr vzorku (20).

**CZ 305246 B6**

## Univerzální zkušební zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace

### 5 Oblast techniky

Předkládané řešení se týká univerzálního zkušebního zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace tj. měření vybraných mechanických materiálových parametrů v extrémně krátkých časech a dále kvantifikace poškození pokročilých kompozitních materiálů po zatížení rázovým zatížením.

### Dosavadní stav techniky

15 Vedle statického zatížení, které působí na všechny stavební konstrukce bez výjimky, se poměrně často v poslední době objevují i případy lokálních dynamických zatížení. Takovými mohou být například nahodilé předměty generované silnými poryvy větru, v krajních případech tornádem, nárazy vozidel, pády letadel, fragmenty generované haváriemi technologických zařízení jako např. turbín, potrubí a plynovodů či další nahodilé rázy jakýchkoli předmětů. Stranou nezůstávají ani fragmenty generované záměrně umístěnými výbušninami, které mohou zasáhnout široké okolí až do vzdálenosti několika stovek metrů.

25 S neustále rozšiřující se infrastrukturou roste i pravděpodobnost takovéto nahodilé události. Rovněž i hrozba teroristického útoku v posledních letech zůstává velmi aktuální. S těmito důvody přirozeně roste zájem o vývoj stavebních elementů z pokročilých kompozitních materiálů, které by byly schopny absorbovat a disipovat maximum energie výbuchu nebo dopadu a tím snížily škody na majetku a újmy na zdraví a životech osob. Pro návrh takových materiálů je předem nutné provést celou řadu experimentů na zařízení, které by bylo schopné dostatečně přesně simulovat lokální dynamický účinek s velmi dobrou interpretací výsledků a opakovatelností jednoho měření.

35 Dosud neexistuje žádné sofistikované zařízení, které by bylo schopné odpovídajícím způsobem zajistit normovou odezvu pokročilých kompozitních materiálů na zatížení rázem. Jedná se hlavně o dostatečnou robustnost celého zařízení při dostatečné variabilitě týkající se hlavně hmotnosti a výšky dopadu úderníku a rozměru vzorků. Současně se také jedná o monitorování průhybů, zrychlení a podporových reakcí v extrémně krátkých časech. Dále se také jedná o dostatečnou rychlost jednoho měření a zároveň jeho jednoduchou opakovatelnost a jasnou interpretaci výsledků.

40 Stavební prvky se nejčastěji testují na kvazi–statická zatížení, nejčastěji na prostý jednoosý tlak, dále pak ve troj– nebo čtyř–bodovém ohybu. Zřídka jsou testovány na zatížení rázem. Jedná se pak o velmi složitá zařízení s velmi omezenou variabilitou, co se týče rozměrů zkoušeného vzorku či velikosti síly dopadu. Zařízení pro kvazi–statické zkoušky pak nejsou schopny vyvinout dostatečně rychlý přírůstek deformace, která by odpovídala rázovému zatížení či simulovala tlakovou vlnu exploze.

50 Většina v současné době užívaných zařízení pro zatěžování pokročilých kompozitních materiálů rázem je konstruována v tzv. vertikálním uspořádání. Tzn., že úderník je spouštěn svisle po vodičící tyči – US 2010/0024519 A1, US 2005/0016256 A1, nebo je uvolněn a dále volným pádem směřuje bez jakéhokoli vedení na stavební prvek – US 2009/0031783 A1. Takové uspořádání sebou nese spoustu nevýhod, jako je nemožnost uchycení snímačů na úderník z důvodu měnící se vzdálenosti úderníku od jakéhokoli pevného bodu při zkoušce a přítomnost několikanásobného dopadu úderníku na vzorek, které u reálných konstrukcí nenastává. V takovém případě nelze přesně interpretovat, jaké poškození při prvotním rázu vzniklo.

Podstata vynálezu

5 Výše uvedené nedostatky odstraňuje univerzální zkušební zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace, podle tohoto vynálezu. Jeho podstatou je to, že zatěžování vzorků probíhá v horizontální rovině, což je velmi blízké skutečným podmínkám a nedochází tak k opakovaným dopadům úderníku na jeden vzorek.

10 Ve výhodném provedení je celé zařízení sestaveno z jednotlivých částí tak, že prakticky umožňuje zkoušet vzorky různých rozměrů pod dopady různě těžkých úderníků z různých výšek bez jakékoli nutnosti přestavby zařízení.

15 V dalším výhodném provedení se zkušební zařízení skládá z upínacího stolu, úderníku, závěsu, stojky a vzpěr. Upínací stůl umožňuje upevnit vzorky různých rozměrů. Upínací stůl je tvořen dvojicí k sobě připevněných ocelových plechů, které jsou ze spodní strany v příčném směru vztuženy přídatnými žebry. Plech je uložen na dvou podélných nosnících, které leží na systému příčných nosníků. Příčné nosníky jsou pevně přichyceny k reakční podlaze skupinou kotev do připravené kotevní rýhy, aby bylo zabráněno jakémukoliv posunu a deformaci vlivem rázu. Stojka je tvořena dvojicí válcovaných U–profilů, které jsou u své paty připevněny k příčným nosníkům. U–profily tvořící stojku jsou k sobě při horním konci svázané pomocí přídatného válcovaného U–profilu. Stojka je navíc ztužena systémem hlavních a bočních vzpěr. Hlavní vzpěry zabezpečují stojku proti vychýlení v rovině pohybu úderníku, zatímco boční vzpěra zabezpečuje stojku proti vychýlení v rovině kolmé na pohyb úderníku. V horní části stojky je v několika místech možné uchytit závěs za pomoci čtveřice kulových a kuličkových ložisek. Na druhém konci závěsu je obdobným způsobem uchycen úderník, který reprezentuje dopadový předmět. Závěs pevně zabezpečuje dráhu úderníku a vymezuje bod dopadu úderníku.

30 Ve výhodném provedení, je celá konstrukce sestavena z běžně dostupných profilů, které jsou vhodně tvarově upraveny a k sobě vhodným způsobem připojeny tak, že vytváří jeden kompaktní celek a tím splňují dané technické řešení. Použitím běžně dostupných materiálů jsou náklady na výrobu, bez započtení snímačů, relativně nízké. Ve výhodném provedení jsou náklady na provoz, bez započtení snímačů, takřka nulové.

35 Ve výhodném provedení, nemusí aparatura obsahovat pojistku, neboť úderník drží zavěšen v dolní úvrati samovolně, a tak je umožněna bezpečná montáž stavebního prvku na upínací stůl. Při pádu úderníku na stavební prvek je úderník celou dobu veden závěsem a tím nemá úderník jakoukoliv možnost opustit prostor zatěžovacího zařízení. Po dopadu je úderník ponechán v dolním úvratu a tím je zajištěna bezpečnost pro odstranění starého a instalaci nového zkušebního vzorku. Instalace vzorku je tak i výhodná, neboť úderník ponechán v dolní úvrati přesně indikuje, jaké místo zkušebního vzorku bude zasaženo.

45 Ve výhodném provedení je celé zkušební zařízení sestaveno tak, že obsluha celého zařízení je velmi intuitivní a vyžaduje jen velmi krátké školení. Životnost celého zařízení je v řádu  $10^5$  dopadů.

50 Ve výhodném provedení je celé zkušební zařízení sestaveno tak, aby na něm mohly být testovány různorodé stavební vzorky z pokročilých kompozitních materiálů až v plném měřítku. Zařízení je tak schopno nalézt uplatnění v oblastech, kde je potřeba uplatnit konstrukční prvek s vysokou schopností absorpce a disipace energie rázu jakou jsou fasádní panely, silniční svodidla, mostní pilíře, sloupy v garážích, pobřežní konstrukce, vojenské objekty či stavby se zvýšenou možností teroristického útoku.

### Objasnění výkresů

Univerzální zkušební zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace podle tohoto vynálezu bude podrobněji popsáno na konkrétních příkladech provedení. Univerzální zkušební zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace je znázorněno schematicky v bočních pohledech na obr. 1 a 2 a v půdoryse na obr. 3.

### Příklady uskutečnění vynálezu

Univerzální zkušební zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace se skládá z pěti základních částí: upínací stůl 1, úderník 2, závěs 3, stojka 4 a vzpěry 13, 14.

Upínací stůl 1 je tvořen dvojicí ocelových plechů 5, které jsou k sobě pevně připojeny dvojicí úhelníků 6. Ocelový upínací stůl 1 je z dolní strany vyztužen systémem přídatných žeber 7, které zajišťují dostatečnou ohybovou tuhost v příčném směru. Dále je upínací stůl 1 opatřen otvory 8 v požadovaném rastru, které jsou na spodní straně ocelového plechu dále opatřeny maticí, pro jednoduché uchycení vzorku 20 na upínací stůl 1. Celý upínací stůl 1 je uložen na dvojici podélníků 9 tvořených ocelovými U profily. Upínací stůl 1 včetně dvojice podélníků 9 je uložen na systému příčných nosníků 17, které jsou pevně přichyceny k reakční podlaze skupinou kotev 18.

Přední strana ocelového upínacího stolu 1 je zúžená na požadovanou velikost tak, aby se vešla mezi dvojici ocelových U–profilů 10 tvořících stojku 4. Dvojice ocelových U–profilů 10, tvořících stojku 4, je k sobě na horním konci svázána dalším ocelovým U–profilem 19 tak, aby vytvářela jeden tuhý celek. Stojka 4 tohoto univerzálního zkušebního zařízení je po výšce rozdělena na dvě části, aby byla zajištěna jednoduchá manipulovatelnost při možné výměně nějakého z dílů. Ocelové U–profily 10 jsou v jednotlivých výškových úrovních opatřeny otvory 11, které jsou dále doplněné výztuhami 12, pro instalaci kloubového připojení závěsu 3. Stojka 4 je doplněna dvojicí vzpěr 13 tvořených ocelovými úhelníky umístěných v rovině pohybu úderníku. Současně je stojka doplněna o samostatnou vzpěru 14, která zabraňuje vychýlení stojky v rovině kolmé na rovinu pohybu úderníku.

Závěs 3 je ke stojce 4 připojen ve čtyřech bodech pomocí kulových a kuličkových ložisek 15. Závěs je navržen na požadovanou délku tak, aby úderník 2 narazil přímo na střed příslušného vzorku 20. Díky dalším otvorům 11, které jsou doplněny výztuhami 12, je možno celý závěs 3 umístit do více poloh podle potřeb zkoušení, a tím pádem pokrýt co největší škálu velikostí zkoušených vzorků. V případě vzorku 20 o menších rozměrech je možné konstrukci závěsu 3 protáhnout a získat tak mnohem větší rychlosti a hodnoty dopadové energie. Závěs 3 je na svém konci opatřen čtveřicí kulových a kuličkových ložisek 16, přes které je k závěsu 3 připojen úderník 2.

Měření probíhá vytažení úderníku 2 do požadované výšky a jeho následným uvolněním. Úderník 2, který je pevně spojen se závěsem 3, opisuje dráhu kružnice až do spodní úvrti, kde narazí do připraveného vzorku 20.

### Průmyslová využitelnost

Univerzální zkušební zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace, podle tohoto vynálezu, nalezne uplatnění především v oblastech zkušebnictví a kontroly jakosti. Jedná se především o pokročilé kompozitní materiály sloužící jako základ pro ochranu civilních objektů, kde je zvý-

šená pravděpodobnost teroristického útoku či jiné nahodilé události. Dále se může jednat o konstrukce, bezprostředně vystavené rázovému zatížení jako jsou např. fasádní panely, silniční svodidla, mostní pilíře, nosné sloupy v garážích, pobřežní konstrukce a vojenské objekty.

5

## PATENTOVÉ NÁROKY

10

1. Univerzální zkušební zařízení pro stanovení mechanických parametrů, odezvy a poškození pokročilých kompozitních materiálů za vysokých rychlostí deformace, obsahující upínací stůl (1), ke kterému je připojena stojka (4) opatřená závěsem (3) s úderníkem (2), **vyznačující se tím**, že stojka (4) je opatřena po své výšce systémem připravených otvorů (11) doplněných výztuhami (12) pro umožnění volně měnit výšku dopadu úderníku (2) a/nebo rozměr vzorku (20) pro zatěžování vzorků (20) v horizontální rovině, a úderník (2) je přichycen k druhému konci závěsu (3) ve čtyřech bodech pomocí kulových a kuličkových ložisek pro pevné zabezpečení jeho dráhy.

15

20

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že upínací stůl (1) je opatřen rastroem otvorů (8) s předpřipravenými závity pro připojení zkoušených vzorků (20) s velkou variabilitou rozměrů.

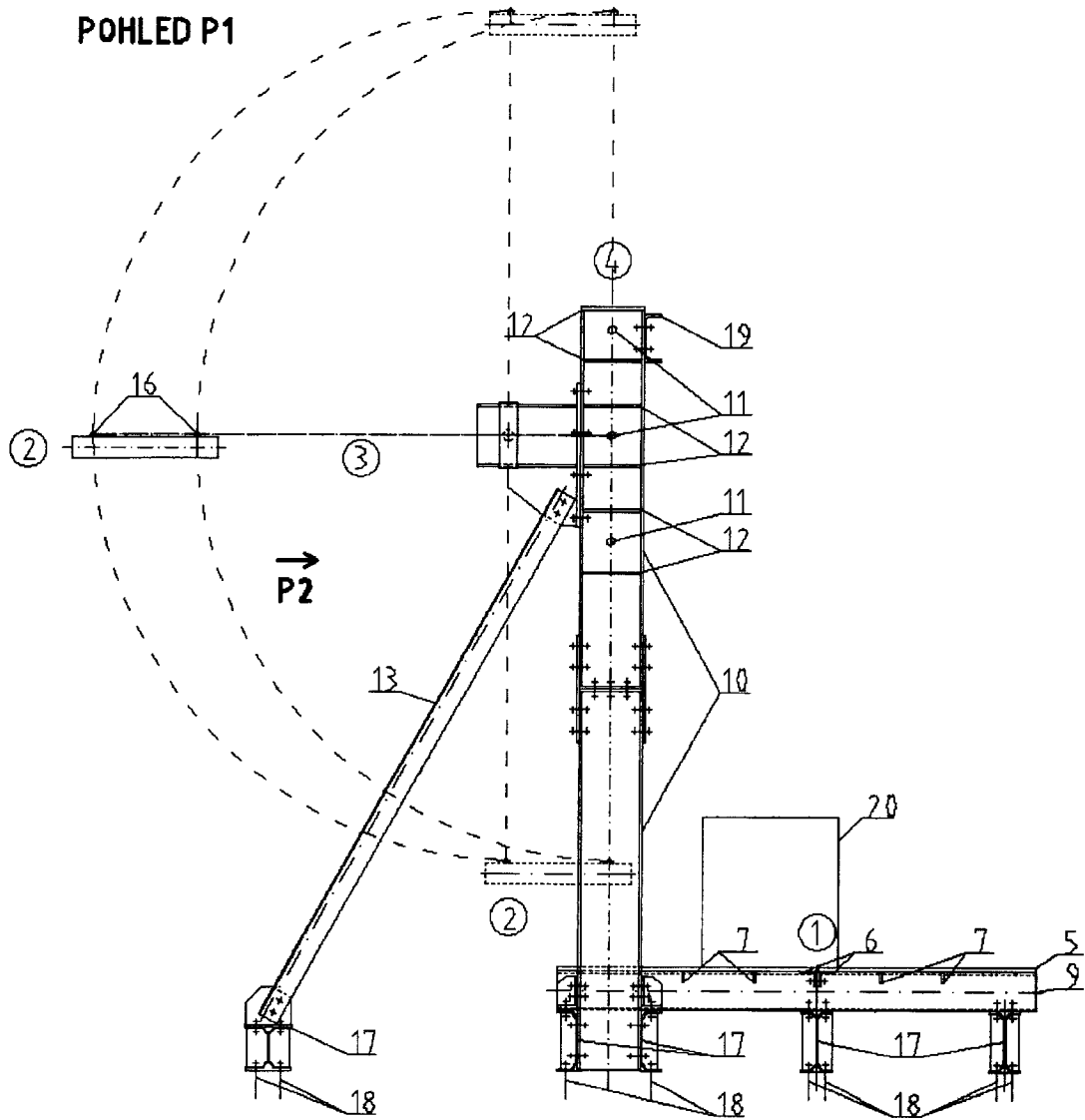
25

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že závěs (3) je zavěšen na stojku (4) pomocí čtveřice kulových a kuličkových ložisek (15) umístěných v předem připravených otvorech stojky (11).

30

3 výkresy

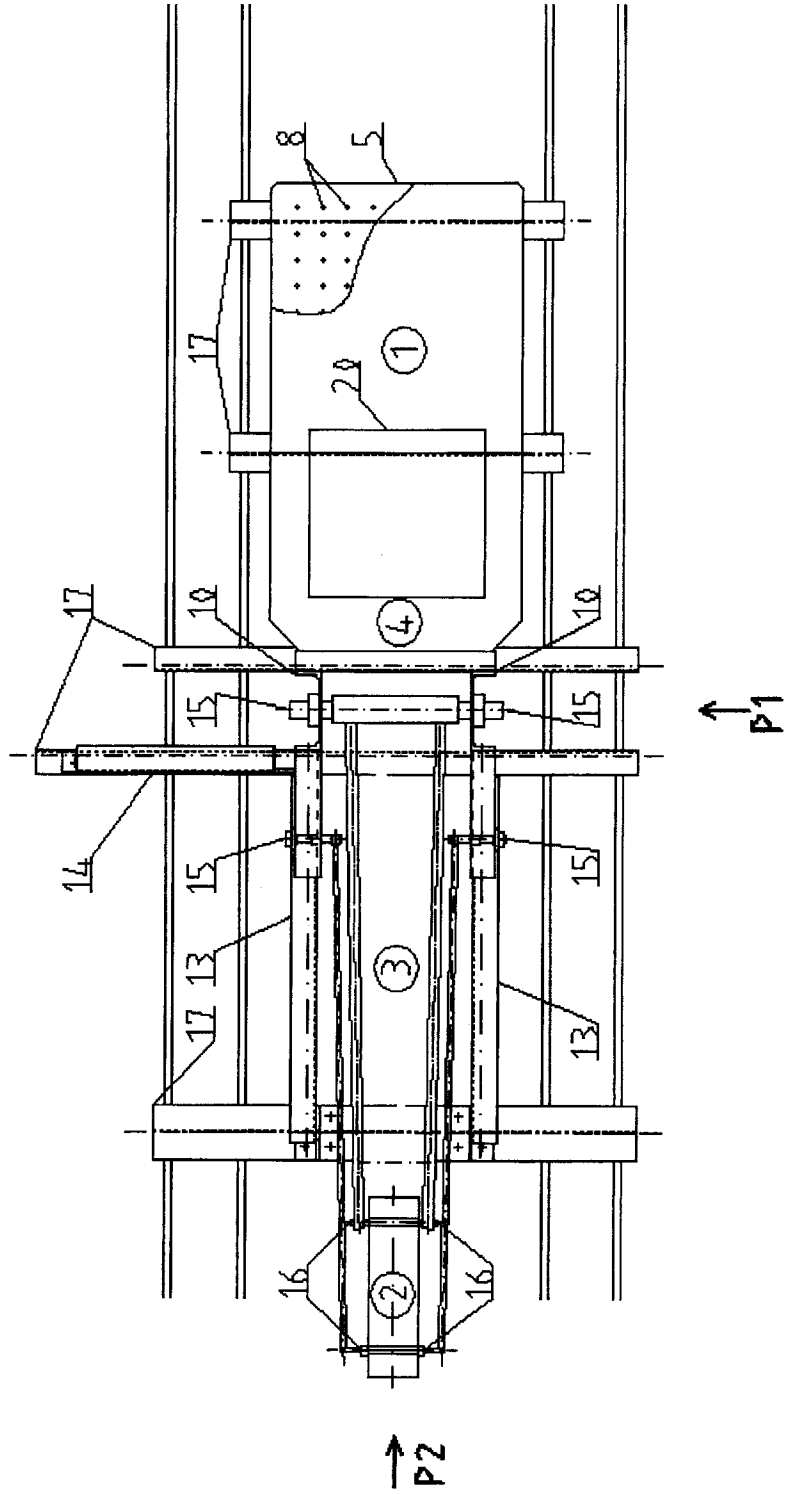
**Obr. 1**





Obr. 3

PÚDORYS



Konec dokumentu