

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 319

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

E04G 23/02 (2006.01)
E04B 1/32 (2006.01)
E04B 1/98 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

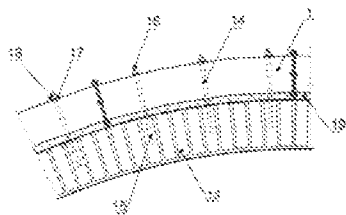
(21) Číslo přihlášky: **2018-608**
(22) Přihlášeno: **07.11.2018**
(40) Zveřejněno: **06.05.2020**
(Věstník č. 19/2020)
(47) Uděleno: **26.03.2020**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **06.05.2020**
(Věstník č. 19/2020)

(56) Relevantní dokumenty:
CS 237563; CN 206468033 U; CN 202866314 U; CZ 19083 U; CN 206053398 U; CZ 23025 U.

(73) Majitel patentu:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
(72) Původce:
prof. Ing. Jiří Witzany, DrSc., Praha 6, Dejvice, CZ
Ing. Radek Zigler, Ph.D., Praha 5, Stodůlky, CZ
(74) Zástupce:
Ing. Václav Kratochvíl, Husnikova 2086/22, 158 00
Praha 5, Stodůlky

(54) Název vynálezu:
Zařízení pro zabezpečení zděných valených kleneb

(57) Anotace:
Zařízení pro zabezpečení zděných valených kleneb, zejména historických stavebních objektů proti účinkům přírodní a technické seismicity obsahuje tuhé předepnuté pásy (1) neposuvně osazené na rubu klenby (13) a připevněné ke svislé opěrné stěně (5) prostřednictvím svorníků (6) ukotvených na vnější straně opěrné zdi (5) do kotevních desek (7) zapuštěných ve zdivu. Pásy (1) jsou spojeny se zdivem klenby (13) pomocí trnů (15) osazených do otvorů na rubu klenby (13). Pás (1) je vytvořen z ohybově účinných ocelových dutých profilů ve varu n-stěnu, kde n je 3 až 12. Pás (1) je rozdělen na menší segmenty opatřené na obou koncích přírubami (4) pro provedení tuhých spojení mezi jednotlivými segmenty.



Zařízení pro zabezpečení zděných valených kleneb

Oblast techniky

5

Vynález se týká zařízení pro zabezpečení zděných valených kleneb, zejména historických stavebních objektů proti účinkům přírodní a technické seismicity. Jedná se o speciální konstrukci zajišťující pružnou odezvu, tvarovou stálost a odolnost proti porušení valené zděné klenby zejména historických objektů při působení dynamických účinků způsobených přírodní a

10

Dosavadní stav techniky

15 Dynamické účinky způsobené přírodní a technickou seismicitou jsou častou příčinou poruch staveb projevujících se trhlinami ve zdivu kleneb, na svislých konstrukcích, ve stropních konstrukcích, v místech otvorů apod. Nepružná odezva zděných konstrukcí s nízkou pevností zdiva, s nedostatečnou tuhostí svislé konstrukce s absencí, popř. s neúčinnými kleštinami a klenbovými táhly, nedostatečně odolnou základovou konstrukcí apod. na dynamické účinky je

20 zpravidla provázena narušováním zdiva, vznikem trhlin a uvolňováním kusového staviva, přičemž každé následné opakování dynamických účinků způsobuje postupně narůstající mechanickou degradaci zděných konstrukcí objektu. Zejména klenbové konstrukce jsou nedostatečně odolné proti dynamickým účinkům způsobených seismickým vlněním základového

25 podloží vyvolávajícím deformace podpůrné konstrukce kleneb v horizontálním i vertikálním směru provázené narušováním klenbové konstrukce.

V současné době se při zajištění tuhosti klenbové konstrukce a tím zvýšení její odolnosti proti seismickým účinkům nejčastěji uplatňuje systém táhel stahující protilehlé klenbové patky a podpůrnou konstrukci, popř. provedený v úrovni vrcholu klenby a spínající klenbový opěrný

30 systém. Relativně malé vodorovné deformace o velikosti menší než 1/600 l rozpon klenby, které nelze u tohoto systému vyloučit, mohou být příčinou vzniku tahových trhlin probíhajících v podélném směru ve vrcholu klenby na lící straně a v oblasti patních, popř. nebezpečných průřezů na rubu klenby. Závažným nedostatkem uvedeného řešení zvýšení únosnosti a odolnosti proti dynamickým účinkům pomocí táhel je nedostatečné zajištění vzájemné polohy protilehlé

35 podpůrné konstrukce kleneb v případech, kdy dochází, v důsledku vodorovného kmitání podpůrné konstrukce, k vzájemnému přiklání protilehlých, např. stěnových podpor valené klenby způsobené jejich rozdílným kmitáním frekvencí a amplitudou. V případech valených kleneb s rozponem větším než 6 m dochází v těchto případech ke ztrátě účinnosti táhel – k uvolnění, či vybočení táhel.

40

Ze spisu CZ 237563 je známa zabezpečovací konstrukce kleneb sestávající ze železobetonových obloukových nosníků, vytvořených nad klenbou. Nevýhodou tohoto řešení je to, že se týká běžně

45 užívaného systému klenbových klestín, tj. táhel situovaných nad, popř. pod klenbou. Jedná se o monolitický betonový oblouk provedený nad stávající klenbou, ukotvený do opěrného systému klenby a odděleného průběžnou dilatací od stávající klenby. Uvedené řešení je v podstatě určitou formou kleštiny/táhla, tvořené monolitickým betonovým obloukem, při němž se mohou uplatnit obdobné poruchy - vznik tahových trhlin ve vrcholu na lící straně obloukového táhla, jako u klenby a tím i ztráta funkčnosti obloukového táhla. Toto řešení, v důsledku průběžné dilatační

50 spáry mezi klenbou a betonovým obloukem, bezprostředně nezajišťuje tvar klenbové konstrukce, ale pouze, jako táhlo nebo rozpěra, zajišťuje vzájemnou vazbu opěrného systému klenby, při němž se uplatňuje zejména ohybová tuhost betonového oblouku – obloukového táhla.

Dále jsou známa řešení vycházející z užitných vzorů CN 206468033 U, CN 202866314 U, CZ 19083 U a CZ 23025 U, u kterých je aplikován kompozit z vysokopevnostními vlákny a

55 pryskyřicí přímo na rubové, popř. lící straně klenby, a to v celé ploše nebo v jednotlivých

pásech. Toto řešení zvyšuje zejména pevnost v tahu v krajních vláknech průřezu klenby, tj. zvyšuje zejména únosnost klenby, avšak nezvyšuje tuhost klenby, která se uplatňuje zejména při tvarových změnách klenby, které předcházejí vzniku poruch.

5

Podstata vynálezu

Nedostatky dosud běžného zabezpečení kleneb proti účinkům technické a přírodní seismicity odstraňuje technické řešení založené na zpevnění a zajištění tvaru vyloučením deformovací klenby, které předchází jejímu postupnému narušování, pomocí dodatečného provedení tuhých předepnutých segmentových ocelových pásů, neposuvně osazených na rubu klenby a připevněných ke svislé podpůrné konstrukci. Předepnutý rubový pás je vytvořen z ohybově účinných ocelových profilů složeného, popřípadě truhlíkové tvaru, jehož rozměry a dimenze závisí na rozponu klenby, opěrném systému, stavu zdiva klenby a podpor a dalších konkrétních podmínkách.

Z důvodu jednoduššího transportu na rub stávající klenby je rubový ocelový pás rozdělen na menší segmenty podle konkrétních požadavků, opatřených na obou koncích přírubami pro provedení tuhých spojů mezi jednotlivými segmenty. Krajní segmenty rubového ocelového pásu jsou opatřeny styčnickovými plechy a speciální úpravou zajišťující vytvoření ohybově tuhých částí segmentu v místě jejich připevnění k podpůrné konstrukci – opěrné stěně.

V horní části rubového, dodatečně osazeného pásu je provedena úprava pro předpínací uhlíkovou lamelu, popř. pro pás z kompozitu tvořeného tkaninou z vysokopevnostních uhlíkových vláken a epoxidové pryskyřice. Předpínací lamely, popř. pásy z uhlíkového kompozitu jsou provlečeny plastovými profily osazenými do otvorů vyvrtaných v opěrných stěnách a po předepnutí ukotveny speciálními kotvami. Krajní segmenty rubového ocelového dodatečně osazeného pásu jsou připevněny k opěrným stěnám prostřednictvím svorníků ukotvených na vnější straně opěrných zdí do kotevních ocelových desek zapuštěných ve zdivu tak, aby je bylo možné zakrýt omítkou. Segmenty rubového ocelového pásu jsou spojené se zdivem klenby pomocí trnů opatřených závitem a maticí s pérovými podložkami, osazených do otvorů na rubu klenby a ukotvených epoxidovou pryskyřicí.

Pro celkové zvýšení účinnosti navrženého řešení je vhodné provést předepnutí opěrných stěn kleneb ve vodorovném a svislém směru předepnutými uhlíkovými lamelami, popř. pásy z uhlíkového kompozitu umístěnými do tenkých vodorovných drážek v oblasti patek klenby na vnější straně opěrných stěn a do tenkých svislých drážek s kotevními oblastmi ve vrcholu a poblíž základové spáry opěrných stěn.

Zesilující lamely na bázi uhlíkových vláken jsou speciální pásy vyrobené tzv. pultruzí šířky 60 až 100 mm tvořené uhlíkovými vlákny o tloušťce 0,25 až 0,32 mm s pevností v tahu 3000 až 4000 MPa, modulem pružnosti 200 až 250 GPa, maximálním tahovým přetvořením 1,5 až 1,9 %, hustotou 1,5 až 2 g/cm³ a gramáží 600 až 700 g/m² a speciální dvousložkovou bezrozpouštědlovou tixotropní epoxidovou pryskyřicí s dobou zpracovatelnosti 3 až 7 hodiny, viskozitou po smíšení 550 až 750 mPas a hustotou po smíšení 1100 až 1200 kg/m³, při 20 °C.

Drážky pro uložení lamel ve vodorovném a svislém směru jsou provedeny jako tenké, hluboké, jejich výška zpravidla nepřesáhne 25 až 30 mm a hloubka je závislá na rozměru lamely, popř. pásu z kompozitu, šířce opěrných stěn, stupně degradace a stavu zdiva.

Účinným doplněním zpevňujících ocelových rubových pásů je plošná aplikace tkaniny z vysokopevnostních uhlíkových vláken upevněná na upraveném povrchu rubu klenby pomocí epoxidového lepidla, popř. aplikací speciální uhlíkové mřížky pomocí vrstvy speciální polymercementové malty na upraveném povrchu rubu klenby.

55

Objasnění výkresů

Navrhované technické řešení bude blíže objasněno pomocí příkladů provedení zobrazených na
 5 příložených výkresech, které znázorňují na obr. 1a a obr. 1b příklad průřezů segmentového
 rubového pásu. Obr. 2 znázorňuje v axonometrickém pohledu segmentový rubový pás. Na obr. 3
 je zobrazen detail spoje segmentu rubového pásu. Schéma propojení rubového pásu a zděné
 klenbové opěry se zapuštěnou patkou je na obr. 4. Obr. 5 zobrazuje schéma segmentového
 rubového pásu. Na obr. 6 je zobrazeno v nárysu spojení rubového pásu a zpevňované klenby.
 10 Obr. 7 znázorňuje v axonometrickém pohledu valenou klenbu zpevněnou segmentovým rubovým
 pásem a tkaninou.

Příklady uskutečnění vynálezu

15 Na obr. 1 jsou v příkladném provedení znázorněny příklady příčných profilů ocelového
 segmentového rubového pásu 1 – profil uzavřeného svařovaného komůrkového průřezu šířky 250
 až 300 mm a výšky 200 až 250 mm z plechu tl. 3 až 4 mm – svařovaný profil složený
 z prolamovaného profilu tvaru písmene omega a spodní pásnice šířky 250 mm z plechu tl. 3 až
 20 4 mm.

Na obr. 2 je příkladné provedení ocelového segmentového rubového pásu 1 sestaveného
 z jednotlivých předem vyrobených segmentů spojených na místě pomocí přírub 4 a
 vysokopevnostních šroubových spojů 2, jejichž rozměry jsou závislé na tvaru klenby 13,
 25 dostupnosti rubu klenby 13 a dalších konkrétních podmínkách.

Na obr. 3 je znázorněno příkladné provedení šroubového spoje 2 segmentů ocelového rubového
 pásu 1 tvořené přírubami 4 a vysokopevnostními šrouby s podložkami 3.

30 Na obr. 4 je znázorněno příkladné provedení ohybově tuhého spoje koncového, patečního,
 segmentu ocelového rubového pásu 1 a opěrné zdi 5 prostřednictvím přírub 4 a svorníků 6
 procházejících opěrnou zdí 5 klenby 13 a ukotvených na vnější straně opěrných zdí 5 do kotevní
 ocelové desky 7 uložené do vyrovnávací cementové vrstvy 8.

35 Na obr. 5 je znázorněno příkladné provedení předpínací uhlíkové lamely 9, popř. pásu
 z uhlíkového kompozitu procházející předem provedenými vodítky 10 na horní ploše ocelového
 rubového pásu 1 opatřeného plastovými podložkami 11 a speciálními plastovými profily 12
 procházejícími opěrnou zdí 5 valené klenby 13 a po předepnutí ukotvenými speciálními kotvami
 40 14.

Na obr. 6 je znázorněno příkladné provedení spoje zděné klenby 13 a ocelového rubového pásu 1
 prostřednictvím trnů 15 osazených do otvorů 16 provedených ve zdivu klenby 13 a ukotvených
 epoxidovou pryskyřicí opatřených ve vyčnívající části závitem 17 pro provedení šroubového
 spoje pomocí pérové podložky 18 a matky 19 s ocelovým rubovým pásem 1. Před sestavením
 45 ocelového rubového pásu 1 je v místě jeho uložení provedena vrstva cementové malty 20, do
 které jsou před jejím zatvrdnutím vtlačeny segmenty rubového pásu 1.

Na obr. 7 je znázorněno schéma komplexního zpevnění klenby 13 a jejího opěrného systému –
 opěrné zdi 5 tvořené dodatečně osazeným ocelovým rubovým pásem 1 s předpjatou uhlíkovou
 50 lamelou 9 ukotvenou v opěrných zdech 5, vodorovně a svisle uspořádanou uhlíkovou lamelou 9,
 popř. pásem z uhlíkového kompozitu uložené ve vodorovně a svislé drážce v opěrných zdech 5 a
 opatřené na koncích kotvami umožňujícími jejich předpětí a kompozitem z uhlíkové tkaniny a
 epoxidové pryskyřice osazeným celoplošně na rubu klenby 13 mezi dodatečně osazenými
 55 ocelovými rubovými pásy 1.

Průmyslová využitelnost

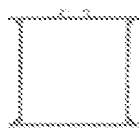
- 5 Navrhovaného technického řešení zajištění prostorové tuhosti zděné klenby valené osazené na zděných stěnách podle návrhu pomocí ocelových segmentových rubových pásů je využitelné ve stavebnictví, zejména při obnově a sanaci historických zděných staveb.

10

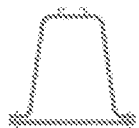
PATENTOVÉ NÁROKY

- 15 1. Zařízení pro zabezpečení zděných valených kleneb, zejména historických stavebních objektů proti účinkům přírodní a technické seismicity, obsahující tuhé předepnuté pásy (1) neposuvně osazené na rubu klenby (13) a připevněné ke svislé opěrné stěně (5) prostřednictvím svorníků (6) ukotvených na vnější straně opěrné zdi (5) do kotevních desek (7) zapuštěných ve zdivu, přičemž pásy (1) jsou spojeny se zdivem klenby (13) pomocí trnů (15) osazených do otvorů na rubu klenby (13), **vyznačující se tím**, že pás (1) je vytvořen z ocelových dutých profilů ve varu n-
 20 stěnu, kde n je 3 až 12, přičemž pás (1) je rozdělen na segmenty opatřené na obou koncích přírubami (4) pro provedení tuhých spojů mezi jednotlivými segmenty a ve své horní části je pás (1) opatřen vodítky (10) pro umístění předpínací lamely (9) a/nebo pásu.
- 25 2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že předpínací lamela (9) a/nebo pás (1) je z kompozitu tvořeného tkaninou z vysokopevnostních uhlíkových vláken a epoxidové pryskyřice, která je provlečena otvorem v opěrné stěně (5) a po předepnutí ukotvena kotvami (14), přičemž lamely (9) mají šířku 60 až 100 mm, tloušťku 0,25 až 0,32 mm, pevnost v tahu 3000 až 4000 MPa, modul pružnosti 200 až 250 GPa, maximální tahové přetvoření 1,5 a 1,9 %, hustotou
 30 1,5 až 2 g/cm³ a gramáž 600 až 700 g/m².
3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že trny (15) jsou opatřeny na svém volném konci závitem (17) pro připojení pásu (1) ke klenbě (13) pomocí matky (19).

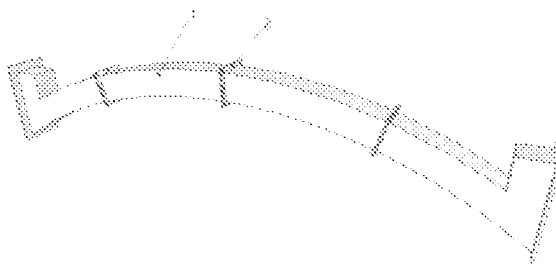
3 výkresy



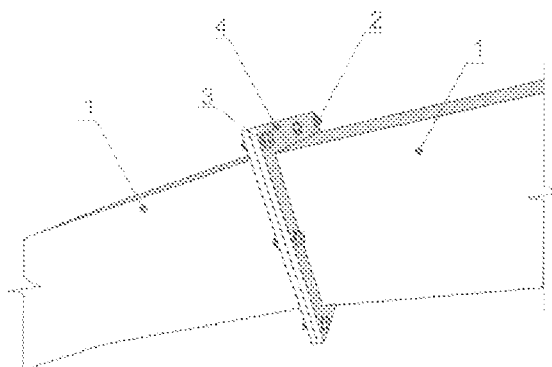
Obr. 1a



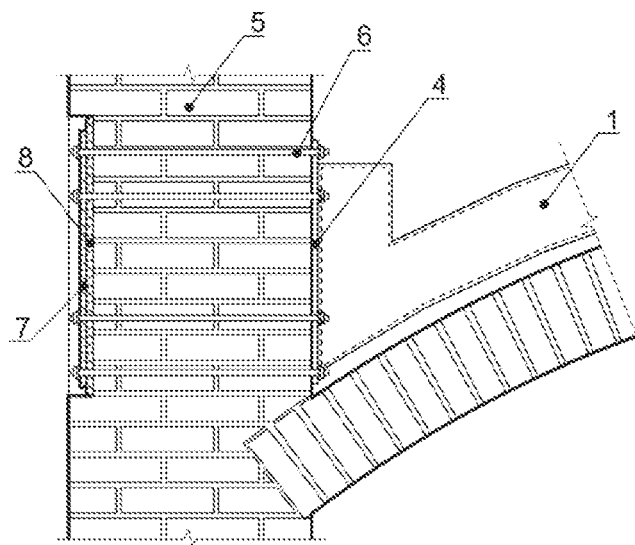
Obr. 1b



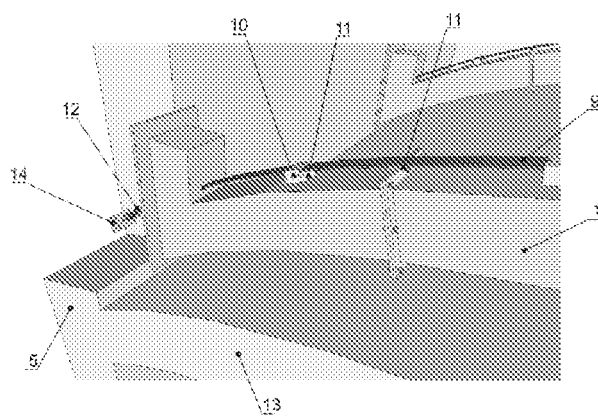
Obr. 2



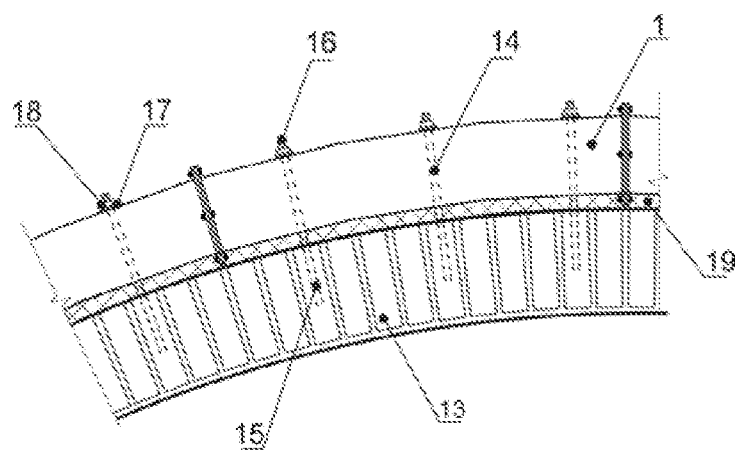
Obr. 3



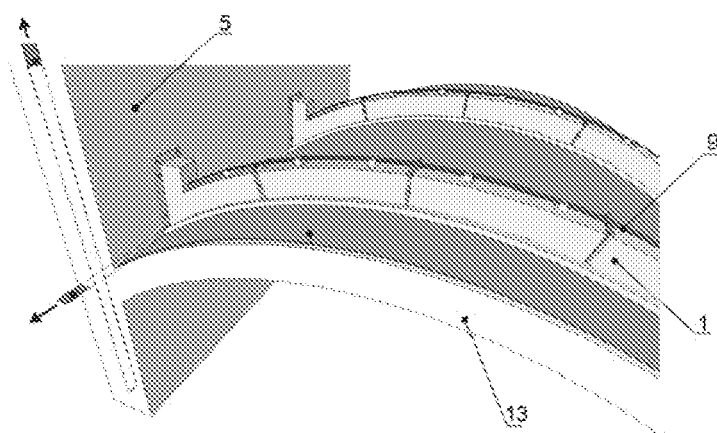
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7