

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

309 463

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.:

- C09J 175/08 (2006.01)
- C09J 4/06 (2006.01)
- C09J 161/10 (2006.01)
- C09J 161/28 (2006.01)
- C09J 161/24 (2006.01)
- B82Y 99/00 (2011.01)
- B32B 21/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

- (21) Číslo přihlášky: 2021-476
- (22) Přihlášeno: 11.10.2021
- (40) Zveřejněno: 01.02.2023
(Věstník č. 5/2023)
- (47) Uděleno: 21.12.2022
- (24) Oznámení o udělení ve věstníku: 01.02.2023
(Věstník č. 5/2023)

(56) Relevantní dokumenty:
M. Sviták et al. Heat Resistance of Glued Finger Joints in Spruce Wood Contructions. BioResources. NC State University, 28.10.2014, 2014, Vol. 9, No. 4, p. 7529-7541, ISSN 1930-2126, str. 7531 celá.
CN 107312422 A; JP H0539470 A; CZ 31954 U1; CZ 34594 U1; EP 2505730 A1.

- (73) Majitel patentu: týká lepeného konstrukčního prvku ze dřeva dubu, způsobu lepení dřeva a použití uvedeného systému.
Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha 6,
Suchdol, CZ
Matrix a.s., Třebešov, CZ
- (72) Původce:
Ing. Tomáš Holeček, Malenice, CZ
Ing. Přemysl Šedivka, Ph.D., Dvůr Králové nad
Labem, CZ
Ing. David Novák, Polevsko, CZ
Ing. Ondřej Dvořák, Chyšky, CZ
doc. Ing. Miloš Pánek, Ph.D., Praha 5, Hlubočepy,
CZ
doc. Ing. Aleš Zeidler, Ph.D., Praha 6, Suchdol, CZ
Ing. Jakub Kaloč, Rychnov nad Kněžnou, CZ
- (74) Zástupce:
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,
170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:
Prostředek pro lepení dřevěných konstrukcí a jeho použití, lepený konstrukční prvek ze dřeva dubu do exteriéru a způsob lepení dřeva

(57) Anotace:
Předkládané řešení se týká systému pro lepení dřevěných konstrukcí, sestávajícího ze dvou formulací pro jednotlivé vrstvy nátěru lepených ploch, kde první formulace sestává ze složky A, kterou je akrylátová vodou-ředitelná penetrace na bázi esterů kyseliny akrylové, a ze složky B, kterou jsou nanočástice termosetu, vybraného ze skupiny zahrnující fenolformaldehydovou pryskyřici, močovinoformaldehydovou pryskyřici a melaminformaldehydovou pryskyřici; přičemž nanočástice mají velikost v rozmezí od 10 do 60 nm, s výhodou 30 nm; přičemž složka A může volitelně obsahovat alespoň jedno aditivum a přičemž obsah složky B v první formulaci je v rozmezí od 15 do 20 % hmotn., vztaheno na celkovou hmotnost první formulace; a kde druhá formulace sestává z polyuretanového jednosložkového adheziva. Předkládané řešení se dále

Prostředek pro lepení dřevěných konstrukcí a jeho použití, lepený konstrukční prvek ze dřeva dubu do exteriéru a způsob lepení dřeva

5 Oblast techniky

Předkládané řešení se týká systému pro lepení dřeva, zejména dřeva dubu, na bázi penetračního vodou-ředitelného akrylátového prostředku s dispergovanými nanočásticemi termosetu, kterým se modifikuje povrch dřeva před lepením, následně aplikace adheziva, s výhodou na bázi polyuretanu, a po jeho vytvrzení aktivace termosetu zvýšením teploty lepené spáry. Tento systém umožňuje lepení heterogenní struktury povrchu dřeva dubu při dosažení výrazně vyšší pevnosti lepeného spoje. Řešení se dále týká lepeného konstrukčního prvku postupu aktivace nanočástic termosetu pro vytvrzení lepeného spoje v lepené spáře konstrukčních prvků a lepeného dřeva dubu. Vynález je zejména vhodný pro lepení jádrového a bělového dřeva dubu pro nosné konstrukční aplikace, pro lepené lamelové dřevo a konstrukční prvky do exteriéru.

Dosavadní stav techniky

Způsobů lepení povrchu dřeva je celá řada, systémy lepení heterogenního dřeva dubu pro konstrukční nosné aplikace do exteriéru jsou z hlediska dosažení požadavků na pevnost pro konstrukční lepené lamelové dřevo a odolnosti vůči působení vlivu biotických a abiotických činitelů velice náročné. Dřevo dubu je z hlediska morfologické struktury a z hlediska chemického složení jádra a běle ve srovnání s jehličnatými dřevinami více heterogenní, přičemž jádrové dřevo obsahuje vysoký podíl taninů a dalších extraktivních látek.

V porovnání ke dřevu smrku má dřevo dubu díky svému vysokému podílu taninů a vyšší hustotě i vyšší přirozenou odolnost proti degradačnímu působení biotických a abiotických činitelů. Proto je dřevo dubu vhodné pro konstrukční aplikace exponované v exteriéru. Na druhou stranu však dřevo dubu obsahuje také vysoký podíl vodících cév v jarních letokruzích dřeva, a to způsobuje heterogenost struktury povrchu, kdy na povrchu jsou strukturální póry, které způsobují nerovnost povrchu. Strukturální nerovnost povrchu dřeva dubu snižuje adhesi lepidla k lepenému povrchu a tím i pevnost lepeného spoje. Z důvodu vysokého podílu taninů je pH dřeva jádra dubu pH 6,0 až 6,5, tedy dřevo jádra dubu je mírně kyselé. Obecně kyselé prostředí vytvrzování zpomaluje, anebo může procesu vytvrzování úplně zabránit. Adheziva na bázi polyuretanu mají pH 2,0 až 4,0, jsou tedy kyselé (Somania, K.P., Kansaraa, S.S., Patelb, N.K., Rakshit, A.K. (2003). Castor oil based polyurethane adhesives for wood-to-wood bonding. International Journal of Adhesion & Adhesives 23. pp. 269-275. DOI: 10.1016/S0143-7496(03)00044-7), což má negativní vliv na interakci dřeva a adheziv na bázi polyuretanu pro dosažení pevného spoje, užívaného pro lepení konstrukčních prvků.

Některé práce využívají pro zvýšení pevnosti lepeného spoje modifikaci adheziv částicemi či nanočásticemi, díky kterým dojde ke zvýšení míry zesílení polymerních adheziv a tím se docílí zvýšení pevnosti lepeného spoje po vytvrzení. Příkladem je modifikace PUR adheziva nanočásticemi práškového PUR recyklátu, Hýsek, Š., Šedivka, P., Böhm, M., Schönfelder, O., Beran, R. (2018). Influence of Using Recycled Polyurethane Particles as a Filler on Properties of Polyurethane Adhesives for Gluing of Wood. Bioresources 13(2). pp. 2592-2601. DOI: 10.15376/biores.13.2.2592-2601, nebo Kolář, V., Müller, M. (2018). Research on Influence of Polyurethane Adhesive Modified by Polyurethane Filler Based on Recyclate. Manufacturing Technology 18(3). pp. 418-423. DOI: 10.21062/ujep/115.2018/a/1213-2489/MT/18/3/418, nebo nanočásticemi práškového stearátu zinečnatého $[Zn(C_{18}H_{35}O_2)_2]$, Bockorny, G.A., Forte, M.M.C., Stamboroski, S., Noeske, M., Keil, A., Cavalcanti, W.L. (2016). Modifying a thermoplastic polyurethane for improving the bonding performance in an adhesive technical proces. Applied Adhesion Science 4(4). DOI 10.1186/s40563-016-0060-x, anebo nanočásticemi oxidu titaničitého TiO_2 a oxidu křemičitého SiO_2 , Bahattab, M.A., Donate-Robles, J., Garci-Pacios, V., Martín-

Martínez, J.M. (2011). Characterization of polyurethane adhesives containing nanosilicas of different particle size. International Journal of Adhesion & Adhesives 31, pp. 97-103. DOI: 10.1016/j.ijadhadh.2010.11.001.

- 5 Patentová přihláška PL 376367 A1 se týká způsobu lepení dřeva se zkrácenou dobou nutnou k vytvrzení lepidla díky zahřátí lepených částí ještě před nanesením lepidla na teplotu 30 až 95 °C. Zmíněna jsou termosetická kondenzační adheziva, například urea/formaldehydové pryskyřice (UF), melamin/urea/formaldehydové pryskyřice (MUF), melamin/urea/fenolové pryskyřice, fenol/-resorcinol/formaldehydové pryskyřice (PRF), polyacetyl vinylová lepidla (PVA) a
- 10 epoxidová lepidla (EPI) pro možné lepení dřeva dubu.

Patentová přihláška WO 02/22332 A1 popisuje hybridní fenol-formaldehydové a isokyanátové pryskyřice pro lepení dřeva (v exteriéru), které jsou stabilní a rychle se vytvrzují. Vytvrzování je prováděno za zvýšené teploty (120 až 255 °C).

15

Podstata vynálezu

- Cílem předkládaného vynálezu je poskytnout prostředek pro lepení dřevěných spojů, který by
- 20 umožňoval zvýšení pevnosti dřevěných spojů a eliminoval by negativní vliv kyselého pH dřeva na vytvrzování lepidla a současně eliminoval sníženou adhesi lepidla k lepenému povrchu vlivem strukturálních nerovností povrchu dřeva. Předkládaný vynález se týká systému pro lepení dřeva, zejména dřeva dubu, pro dosažení vysoké pevnosti a odolnosti pro nosné konstrukční aplikace do exteriéru. Vynález je zejména vhodný pro lepení konstrukčního lepeného lamelového dřeva dubu
- 25 a jeho konstrukčních prvků. Principem vynálezu je modifikace povrchu dřeva nanotechnologií termosetů v kombinaci se systémem lepení dřeva polyuretanovým adhezivem.

- Předmětem předkládaného vynálezu je tedy systém pro lepení dřevěných konstrukcí, sestávající ze dvou formulací pro jednotlivé vrstvy nátěru lepených ploch, přičemž první formulace sestává ze
- 30 složky A, kterou je akrylátová vodou-ředitelná penetrace na bázi esterů kyseliny akrylové, a ze složky B, kterou jsou nanočástice termosetu, vybraného ze skupiny zahrnující fenolformaldehydovou pryskyřici, močovinoformaldehydovou pryskyřici a melaminformaldehydovou pryskyřici;

- 35 přičemž nanočástice termosetu jsou o velikosti v rozmezí od 10 do 60 nm, s výhodou 30 nm; přičemž složka A může volitelně obsahovat alespoň jedno aditivum;

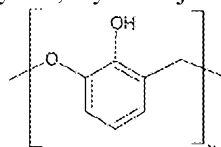
a přičemž obsah složky B v první formulaci je v rozmezí od 15 do 20 % hmotn., vztaženo na celkovou hmotnost první formulace;

40

a přičemž druhá formulace sestává z polyuretanového jednosložkového adheziva.

- Termosetem se rozumí polymer, který se vytvrzuje vlivem tepla a/nebo tlaku a jakmile je vytvrzování dokončeno, není další tváření možné, protože opětovným působením tepla a/nebo
- 45 tlaku již nelze hmotu termosetu znovu roztavit (tedy zrušit vzniklé prostorové zesíťování).

S výhodou je složkou B fenolformaldehydová pryskyřice, výhodněji syntetický termosetický



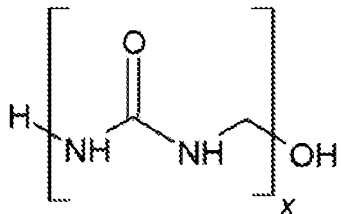
fenolformaldehydový polykondenzát obecného vzorce , kde x je celé číslo v rozmezí od 500 do 1000.

50

Fenolformaldehydová pryskyřice je s výhodou vytvořená polykondenzační reakcí z fenolu a

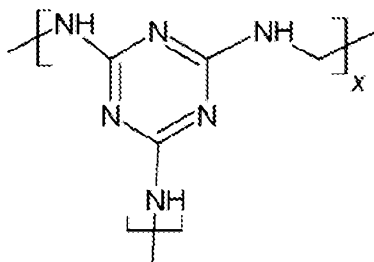
formaldehydu s následným vysušením.

Močovinoformaldehydová pryskyřice má s výhodou obecný vzorec $(C_2H_6N_2O_2)_x$, kde x je celé číslo v rozmezí od 900 do 1400. Základní strukturní jednotka močovinoformaldehydové pryskyřice má tedy vzorec



Močovinoformaldehydová pryskyřice se vyrobí polykondenzační reakcí močoviny a formaldehydu s následným vysušením.

Melaminformaldehydová pryskyřice $(C_4H_5N_6)_x$, kde x je celé číslo v rozmezí od 600 do 1100, se vyrobí polykondenzační reakcí z melaminu a formaldehydu s následným vysušením a má tedy vzorec



Termoset je desintegrován na nanočástice o velikosti v rozmezí od 10 do 60 nm, výhodně 30 nm. Dezintegrace se s výhodou provede mletím v kulovém mlýnu o dobu minimálně 8 hodin. Velikost nanočástic se stanoví zobrazovací metodou skenovacího elektronového mikroskopu (SEM), tj. zobrazením velikosti nanočástic prostřednictvím snímání detektorem elektronů emitovaných Schottkyho katodou odražených od nanočástic.

Termoset je s výhodou dispergován ve složce A ultrazvukovým sonifikátorem po dobu alespoň 6 hodin, výhodněji po dobu 6 až 10 hodin. Dojde tak k optimální disperzi termosetu v první formulaci.

S výhodou je termosetem fenolformaldehydová pryskyřice, výhodněji syntetický termosetický fenolformaldehydový polykondenzát obecného vzorce $(C_8H_6O_2)_x$, kde x je celé číslo v rozmezí od 500 do 1000.

S výhodou je složka A vybraná ze skupiny esterů kyseliny akrylové, výhodněji jsou estery kyseliny akrylové vybrané ze skupiny, zahrnující methylester kyseliny akrylové $(C_4H_6O_2)$, ethylester kyseliny akrylové $(C_5H_8O_2)$, butylester kyseliny akrylové $(C_7H_{12}O_2)$, isobutylester kyseliny akrylové $(C_7H_{12}O_2)$.

Ve výhodném provedení polyuretanové jednosložkové adhezivum obsahuje od 35 do 40 % hmotn. polyetherpolyolu, od 55 do 65 % hmotn. polyisokyanátu a od 0 do 1,5 % hmotn. UV stabilizátoru; s výhodou polyuretanové jednosložkové adhezivum obsahuje 39 % hmotn. polyetherpolyolu, 60 % hmotn. polyisokyanátu a 1 % hmotn. UV stabilizátoru. Polyetherpolyol je s výhodou vybraný ze skupiny zahrnující dipropylenglykol a sorbitol. Polyisokyanát je s výhodou vybraný ze skupiny

zahrnující methyldifenyldiisokyanát, dicyklohexylmethandiizokyanát,
hexamethyldiisokyanát.

V jednom provedení je polyuretanové jednosložkové adhezivum (druhá formulace) připravitelné z
5 polymerního methyldifenyldiisokyanátu ($C_{15}H_{10}N_2O_2$) v množství 39 % hmotn., do nějž je
aplikován v množství 60 % hmotn. dipropylenglykol ($C_3H_8O_2$) o koncentraci 99,5 % hmotn. a UV
stabilizátor, vybraný ze skupiny zahrnující formamidin (ethyl 4-
[[[(methylfenylamin)methylen]amino]benzoát]($C_{17}H_{18}N_2O_2$) a kyanoakrylát (ethyl-2-kyano-3,3-
difenylakrylát)($C_{18}H_{15}NO_2$), v množství 1 % hmotn., vztaženo na celkovou hmotnost směsi.
10 Všechny tři složky jsou míchány po dobu 30 minut při teplotě v rozmezí od 70 do 110 °C, s
výhodou v rozmezí od 80 do 90 °C tak, že je dosaženo stabilního termosetického PUR adheziva.
Výše uvedené podíly jednotlivých chemických komponent jsou nastaveny tak, že je dosaženo
optimálního času vytvrzení 30 ± 5 minut při okrajových podmínkách teplotě vzduchu 20 ± 2 °C a
vlhkosti 65 ± 5 % jednosložkového polyuretanového adheziva, což je zejména vhodné pro
15 technologické nanášení při velkoobjemové průmyslové výrobě.

V jednom provedení složka A obsahuje akrylátovou vodou-ředitelnou penetraci na bázi esterů
kyseliny akrylové, s výhodou (C1 až C6)alkyl esterů kyseliny akrylové, výhodněji methyl, ethyl,
20 butyl nebo isobutylesterů kyseliny akrylové. Tyto estery lze například získat reakcí kyseliny
akrylové s nižšími alkoholy (methanolem, ethanolem, butanolem, isobutanolem) při teplotě 100 až
120 °C s využitím heterogenní kyselé katalýzy.

V jednom provedení složka A obsahuje aditivum, přičemž toto aditivum je s výhodou vybrané ze
skupiny zahrnující přípravek pro zvýšení odolnosti vůči bioataku, například isopropylalkohol
25 (C_3H_8O) anebo chlorid zinečnatý ($ZnCl_2$), a/nebo UV-stabilizér, například hydroxyfenyltriazin (2-
(4,6-difeny-1,3,5-triazin-2-yl)-5-((hexyl)oxy)fenol)($C_{27}H_{27}N_3O_2$); benzotriazol (2-(2H-
benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1-methyl-1-fenylethyl)fenol)($C_{30}H_{29}N_3O$); anebo benzotriazol (2-(2H-
benzotriazol-2-yl)-6-(1-methyl-1-fenylethyl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)fenol)($C_{29}H_{35}N_3O$);
přičemž s výhodou je aditivum ve složce A obsaženo v množství od 1 do 10 % hmotn., výhodněji
30 v množství od 3 do 7 % hmotn., vztaženo na hmotnost složky A.

Předmětem předkládaného vynálezu je dále lepený konstrukční prvek ze dřeva dubu pro použití v
exteriéru, který obsahuje alespoň dvě vrstvy dřeva dubu, s výhodou masivního dubového dřeva,
výhodněji dubového jádrového dřeva; slepené systémem pro lepení dřevěných konstrukcí podle
35 předkládaného vynálezu, přičemž lepený konstrukční prvek obsahuje následující vrstvy: vrstvu ze
dřeva dubu, na které je umístěna vrstva první formulace, na níže je umístěna vrstva druhé formulace
a na ní opět vrstva první formulace a vrstva ze dřeva dubu, přičemž dřevo dubu má s výhodou
vlhkost v rozmezí od 8 do 22 % hmotn., výhodněji od 12 do 15 % hmotn.

První formulace je tedy určena pro aplikaci přímo na povrch dřeva, například jádrového a bělového
40 dřeva dubu. Aplikace je s výhodou v množství 30,0 až 40,0 g/m², výhodněji 33,0 až 35,0 g/m², a
to v případě malovýroby rovnoměrným nátěrem štětcem, v případě velkovýroby je formulace
nanášena automatickými tryskovými nanášedkami. Penetrační vodou-ředitelný akrylátový nátěr je
aktivním oxidačním činidlem, které proniká do hloubky 1,0 až 4,0 mm od povrchu lepené plochy
45 dubového dřeva, neutralizuje obsah taninů v jádrovém dřevě dubu tak, že se pH zvýší z 6,0 až 6,5
na 6,8 až 7,2, tedy z kyselého na neutrální. Tím dochází ke zvýšení polaritu povrchu dřeva dubu, a
tak se docílí zvýšené adheze povrchu dřeva pro nanesené adhezivum. Jak je uvedeno výše, tato
první formulace obsahuje příměs nanočástic složky B, tedy syntetického polymeru termosetu typu
práškové fenolformaldehydové pryskyřice ($C_8H_6O_2$)_x, nebo práškové močovinoformaldehydové
50 pryskyřice ($C_2H_6N_2O_2$)_x anebo práškové melamin-formaldehydové pryskyřice ($C_4H_5N_6$)_x, s
výhodou dispergovaných ve složce A ultrazvukovým sonifikátorem po dobu alespoň 6 hodin. Podíl
nanočástic syntetického práškového polymeru termosetu, které jsou dispergovány v akrylátové
penetraci, má tři hlavní funkce:

55 1) Vyplňují póry na povrchu dřeva dubu tak, že po odpaření vodní složky akrylátové penetrace,

kteře trvá s výhodou minimln 120 minut př teplotě vzduchu 20 ± 2 °C a vlhkosti 65 ± 5 %, jsou akrylátovou penetrci zafixovány do pr dřeva, a tak eliminují nerovnosti na jeho povrchu.

- 5 2) Po odpaření vodn složky akryltov penetrace (tedy po jejím zaschnutí) jsou nanočástice syntetického polymeru práškového termosetu zafixovány na povrch dřeva dubu tak, že dispergovne nanočástice termosetu o velikosti od 10 do 60 nm zvyšují polaritu povrchu dřeva dubu určnho pro lepen a tím i adhesi mezi dřevem dubu a polyuretanovm adhezivem.
- 10 3) Př působení zvyšn teploty v teplotním rozmezí 70 aš 120 °C, výhodněji 80 ± 5 °C po dobu 15 ± 3 minut na lepenou spáru se zafixovnými nanočásticemi práškového termosetu na povrchu lepen plochy dřeva dubu, kter byly na povrch dřeva aplikovány ve vodou-ředitelnm penetračním nátěru s dispergovnými nanočásticemi termosetu, se nanočástice termosetu aktivují tak, že dojde k jejich roztaven a vzájemnému prostorovému zestn a tím ke vzniku pevných prostorových kovalentních vazeb mezi molekulami polymeru. Tak dojde k jejich slinut s druhou formulci polyuretanového adheziva a obou lepených povrchů dřeva dubu kompaktn po cel lepen ploš. Po zptnm ochlazen polymeru termosetu a adheziva na pvodn teplotu (cca 20 °C) zůstane termoset v pevnm stavu, a ani př jeho optovnm zahřt jíž nedojde k jeho zpětnému roztaven, je jíž trvale stabilní i př zvyšnch teplotách v teplotn oblasti 25 aš 180 °C a je nerozpustn. Tm se zvyšuje koheze vytvrzeného kompozitu polyuretanového adheziva a termosetu v lepen spárů.
- 15
- 20

Druh formulace je určna pro aplikaci na jíž vytvrzen penetrační akryltov nátěr s podílem nanočástic syntetického polymeru práškového termosetu a m pojivou funkci. Díky neutralizaci taninů jádra dřeva dubu akrylátovou penetrci dojde k adhesi polyuretanového adheziva s oběma lepenými povrchy dřeva dubu a vytvoří se tak lepen spára o vysok pevnosti.

V jednom proveden je celkov tlouštk vrstev lepeného konstrukčnho prvku (myšleno celkov tlouštk vrstvy první formulace, vrstvy druhé formulace a další vrstvy první formulace) v rozmezí od 100 μm do 180 μm , s výhodou 140 μm . Tlouštk vrstvy dřeva dubu je s výhodou alespoř 5 mm, výhodněji je tlouštk této vrstvy v rozmezí od 5 mm do 420 mm.

S výhodou je lepen konstrukčn prvek upraven do tvaru hranolu, výhodněji kvádru. Výhodněji m nejkratší hrana uvedeného kvádru dlku alespoř 5 mm, s výhodou m nejkratší hrana dlku v rozmezí od 5 mm do 420 mm.

Předmětem předkládaného vynálezu je dále způsob lepen dřeva systémem podle předkládaného vynálezu, kter obsahuje následující kroky:

- 40 i) nanesen vrstvy první formulace na první plochu dřeva určnou k lepen, s výhodou v množství 30 aš 40 g/m^2 , výhodněji 33 aš 35 g/m^2 ;
- ii) nanesen vrstvy první formulace na druhou plochu dřeva určnou k plepen k první ploš dřeva, s výhodou v množství 30 aš 40 g/m^2 , výhodněji 33 aš 35 g/m^2 ;
- 45 iii) vytvrzen vrstvy první formulace na vrstvě dřeva dubu po dobu alespoř 120 minut př teplotě vzduchu v rozmezí od 15 do 35 °C, s výhodou př teplotě 20 ± 2 °C a výhodněji př vzdušn vlhkosti 65 ± 5 %;
- 50 iv) nanesen vrstvy druhé formulace na vytvrzenou vrstvu první formulace na první ploš dřeva určn k lepen, přemž aplikace adheziva se provede po zaschnutí a vytvrzen uveden první formulace; vrstva druhé formulace se s výhodou nanese v množství od 160 do 250 g/m^2 ;
- 55 v) umstn obou ploch dřeva určnch k lepen do vzájemného kontaktu tak, aby mezi nimi byly umístěny vrstvy systému podle předkládaného vynálezu v pořd vrstva první formulace, vrstva

druhé formulace, vrstva první formulace;

vi) vytvrzení vrstvy druhé formulace při teplotě v rozmezí od 15 do 35 °C, s výhodou v rozmezí do 20 do 25 °C, po dobu alespoň 120 minut, s výhodou po dobu alespoň 150 minut, při lisovacím tlaku působícím na lepený spoj v rozmezí od 0,7 do 1,7 MPa po dobu alespoň 120 minut, při které dojde k vytvrzení vrstvy druhé formulace;

vii) zesítnění zafixovaných nanočástic práškového termosetu při teplotě v rozmezí od 70 do 120 °C, s výhodou v rozmezí od 75 do 85 °C, po dobu alespoň 10 minut, s výhodou po dobu alespoň 15 minut, při kterém dojde k tepelné aktivaci nanočástic termosetu a tím ke slnutí všech vrstev systému za vzniku pevného termosetického kompozitu.

Předmětem předkládaného vynálezu je rovněž použití prostředku podle vynálezu pro lepení povrchů dřeva, s výhodou dřeva dubu, výhodněji dubového jádrového dřeva.

Objasnění výkresů

Obr. 1: Bokorys materiálu dřeva dubu pro výrobu exteriérových dřevěných výrobků, nosných konstrukcí a konstrukčních prvků, obsahující vrstvu 1 dřevěného podkladu ze dřeva dubu, vrstvu 2 první formulace, obsahující akrylátový vodou-ředitelný penetrační nátěr s dispergovanými rozptýlenými nanočásticemi syntetického polymeru práškového termosetu, vrstvu 3 druhé formulace, vrstvu 2 první formulace, obsahující akrylátový vodou-ředitelný penetrační nátěr s dispergovanými rozptýlenými nanočásticemi syntetického polymeru práškového termosetu a vrstvu 1 obsahující podklad ze dřeva dubu.

Obr. 2: Výsledky pevnosti v ohybu lepeného dřeva dubu čtyřbodovým ohybem podle ČSN EN 408 (vydaná 02/2004) – Krabicový graf výsledků pevnosti v ohybu lepeného dřeva dubu čtyřbodovým ohybem podle ČSN EN 408, testovány a porovnány různé varianty lepicích systémů, a to na bázi pouze adheziva (PUR, MF, PF, EPX), na bázi modifikovaného povrchu akrylátovou penetrací na bázi ethylesteru kyseliny akrylové (ETH AKR pen) a adhezivem, a na bázi modifikovaného povrchu akrylátovou penetrací ethylesteru kyseliny akrylové s podílem dispergovaných nanočástic práškového termosetu na bázi močovinoformaldehydové pryskyřice a adhezivem (AKR pen TER UF).

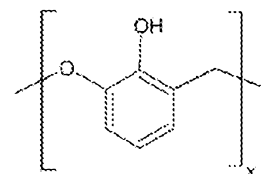
Obr. 3: Výsledky pevnosti v tahu při smykovém namáhání lepeného dřeva dubu dle ČSN EN 302-1 (vydaná 06/1995), testovány a porovnány různé varianty lepicích systémů, a to na bázi pouze adheziva (PUR, MF, PF, EPX), na bázi modifikovaného povrchu akrylátovou penetrací na bázi methylesteru kyseliny akrylové (METH AKR pen) a adhezivem, a na bázi modifikovaného povrchu akrylátovou penetrací methylesteru kyseliny akrylové s podílem dispergovaných nanočástic práškového termosetu melaminformaldehydové pryskyřice a adhezivem (AKR pen TER MF).

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1: Lepený konstrukční prvek ze dřeva dubu do exteriéru s vysokou pevností lepeného spoje

Pro výrobu lepeného lamelového nosníku jsou využity lamely ze dřeva dubu o rozměrech 4 x 12 x 250 cm (výška x šířka x délka) spojované na větší požadovanou délku pomocí spoje na mikro-ozub, klimatizované na ustálenou vlhkost 12 ± 1 %. Na plochy lamel určených k lepení a tvořících vrstvu 1 dřevěného podkladu, byla v požadovaném celkovém délkovém rozměru následně nanášena první formulace v množství 35 g/m^2 – vrstva 2 – akrylátového vodou-ředitelného penetračního nátěru na bázi methylesteru kyseliny akrylové, obsahující 96,0 % hmotn. (vztaženo na hmotnost složky A) methylesteru kyseliny akrylové, dále obsahující aditivum pro zvýšení

odolnosti vůči bioataku (biocidy) isopropylalkoholu (C_3H_8O) o obsahu 1 % hmotn. (vztaženo na hmotnost složky A) a aditivum pro zvýšení odolnosti proti degradabilnímu účinku slunečního záření (UV stabilizéry) hydroxyfenyltriazinu (2-(4,6-difenyl-1,3,5-triazin-2-yl)-5-((hexyl)oxy)fenol)($C_{27}H_{27}N_3O_2$) o obsahu 3 % hmotn. (vztaženo na hmotnost složky A), jako složky A, ve které bylo dispergováno 20 % hmotn. (vztaženo na celkovou hmotnost první formulace, tedy složek A a B) nanočástic syntetického polymeru práškového termosetu fenolformaldehydové pryskyřice ($C_8H_6O_2$)_x o velikosti 30 ± 10 nm (složky B). Akrylátová penetrační vrstva s dispergovanými nanočásticemi termosetu (vrstva 2 první formulace) byla nanášena na všechny plochy, které byly v kontaktu, tj. u krajních lamel lepeného konstrukčního prvku v povrchových vrstvách na jednu plochu orientovanou pro kontakt s druhou přiléhající lamelou ke slepení. Takže na vrchní lamelu byla vrstva 2 první formulace s dispergovanými nanočásticemi práškového termosetu podle předkládaného řešení aplikována pouze na stranu přiléhající k další lami a vrchní část lamely tvořící povrch nosníku již nebyla modifikována. U lamel ve středových vrstvách nosníku byla akrylátová penetrační vrstva s dispergovanými nanočásticemi práškového termosetu aplikována na obě dvě plochy orientované pro kontakt s druhou přiléhající lamelou ke slepení tak, aby došlo k vytvoření spoje s lepší adhezí z obou stran lepené dané lamely v nosníku. Vrstva 2 první formulace byla tedy tvořena vodou-ředitelným penetračním nátěrem na bázi methylesteru kyseliny akrylové, obsahující 96,0 % hmotn. methylesteru kyseliny akrylové, dále obsahující aditivum pro zvýšení odolnosti vůči bioataku (biocidy) isopropylalkohol (C_3H_8O) o obsahu 1 % hmotn. a aditivum pro zvýšení odolnosti proti degradabilnímu účinku slunečního záření (UV stabilizéry) hydroxyfenyltriazinu (2-(4,6-difenyl-1,3,5-triazin-2-yl)-5-((hexyl)oxy)fenol)($C_{27}H_{27}N_3O_2$) o obsahu 3 % hmotn. První formulace byla na lamely aplikována v množství 35 g roztoku na 1 m² plochy dřeva. Následně byla penetrační vrstva ponechána zaschnout po dobu minimálně 120 minut při teplotě vzduchu 20 ± 2 °C a vlhkosti 65 ± 5 %. Po zaschnutí byla tloušťka penetrační vrstvy na povrchu lamely 12 μm (měřeno konfokálním laserovým scanovacím mikroskopem). Na povrch dubových lamel se zaschlou penetrační vrstvou akrylátu a dispergovaných nanočástic termosetu na bázi syntetického



termosetického fenolformaldehydového polykondenzátu vzorce , bylo aplikováno jednosložkové polyuretanové adhezivum jako vrstva 3 druhé formulace, složené z polymeru na bázi methyldifenyldiisokyanátu ($C_{15}H_{10}N_2O_2$) v množství 39 % hmotn., di-propylen glykolem ($C_3H_8O_2$) o koncentraci 99,5 % v množství 60 % hmotn. a UV stabilizátoru formamidinu (ethyl 4-[[[(methylfenylamin)methylen]amino]benzoát)($C_{17}H_{18}N_2O_2$) v množství 1 % hmotn. Polyuretanové adhezivum bylo v případě malovýroby aplikováno rovnoměrným nátěrem štětcem. Při velkovýrobě může být nanášeno automatickými tryskovými nanášečkami. Objem nánosu adheziva na povrch dubového dřeva byl 210 g/m². Po 6 až 12 hodinách při teplotě vzduchu 20 °C, vlhkosti vzduchu 65 % a lisovacím tlaku 1,1 MPa působícím po dobu 120 minut došlo k úplnému vytvrzení lepených spojů, následně byly dispergované nanočástice termosetu v penetračním vodou-ředitelném nátěru aktivovány zvýšením teploty na 120 °C po dobu 15 minut, kdy došlo k jejich roztavení a tím k jeho slnutí s druhou formulací polyuretanového adheziva a obou lepených povrchů dřeva dubu. Po zpětném ochlazení termosetu na původní teplotu 20 °C zůstal termoset v pevném stavu, kdy při jeho opětovném zahřátí již nedošlo k jeho zpětnému roztavení, byl tak již trvale stabilní, a to i při opakovaném zvýšení teplot v teplotní oblasti 25 až 180 °C. Celková tloušťka vrstev první 2 a druhé 3 formulace byla 145 μm (měřeno konfokálním laserovým scanovacím mikroskopem). Takto upravené a modifikované lamely z dubového dřeva byly použity na výrobu lepeného nosníku, který vykazoval větší ohybovou pevnost ve srovnání s nosníkem vyrobeným z dubových lamel bez použití systému akrylátové penetrace s dispergovanými nanočásticemi termosetu.

Příklad 2: Testování různých úprav povrchu a různých systémů lepení konstrukčního nosného hranolu ze dřeva dubu pro aplikace do exteriéru – srovnání metodou stanovení pevnosti lepeného

dřeva dubu v ohybu

1) Komerční systémy lepení

5 V rámci výzkumu a vývoje systémů lepení konstrukčního dřeva dubu pro exteriérové užití byly v rámci projektu TAČR TREND (reg.č. FW01010627 Vývoj systému lepení listnatého dřeva dubu pro konstrukční a nekonstrukční aplikace v exteriéru) zkoumány různé varianty systémů pro lepení dubového dřeva a jejich vliv na kvalitu a mechanické vlastnosti lepeného spoje. Byla uplatněna
10 jednotná metodika stanovení míry pevnosti v ohybu metodou čtyřbodového ohybu u lepeného lamelového konstrukčního dřeva dubu o použitých různých variantách systémů lepení podle užití jednotné metodiky stanovené harmonizovanou normou ČSN EN 408 Dřevěné konstrukce – Konstrukční dřevo a lepené lamelové dřevo – Stanovení některých fyzikálních a mechanických vlastností. Pevnost v ohybu lepených nosníků ze dřeva dubu o velikosti 4,0 x 4,5 x 860,0 mm (šířka x výška x délka) byla testována při ustálené vlhkosti dřeva, které bylo klimatizováno při relativní
15 vlhkosti 65 ± 5 % a teplotě 20 ± 2 °C vzduchu pod dobu 14 dnů. Výsledky řešení nebyly plně uspokojivé. Komerční systémy lepení nejsou primárně vyvíjeny pro lepení konstrukčního lamelového dřeva dubu, které má v porovnání k jiným druhům jehličnatých dřevin typu smrk, borovice, modřín a které se běžně užívají pro výrobu konstrukčního lepeného dřeva. V porovnání k uvedeným jehličnatým druhům dřev dřevo dubu vykazuje na mikroskopické a makroskopické
20 úrovni vyšší heterogennost struktury. Jádru dřeva dubu obsahuje v porovnání k jehličnatým druhům dřeva výrazný podíl kyselých taninů, které snižují míru adheze povrchu dřeva při jeho lepení. Tyto faktory snižují adhesi komerčně vyvinutých typů adheziv k povrchu dřeva dubu, lepené spoje konstrukčního lepeného lamelového dřeva dubu vykazují malou pevnost, a tudíž i rychlejší míru degradace. U všech testovaných variant systémů adheziv pro lepení dubového dřeva,
25 zkoumaných v rámci výše zmíněného výzkumného projektu, byly výsledky míry pevnosti lepených spojů při použití pouze komerčních systémů lepení aplikované rovnou na lepený povrch dřeva vždy horší, než tomu bylo u varianty aplikace adheziva na předupravený povrch lepeného dřeva dubu akrylátovou penetrací na bázi ethylesterů kyseliny akrylové v množství 35 g/m^2 , obsahující 95,0 % hmotn. ethylesteru kyseliny akrylové, dále obsahující aditivum pro zvýšení
30 odolnosti vůči bioataku (biocidy) isopropylalkoholu ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$) o obsahu 1 % hmotn. a aditivum pro zvýšení odolnosti proti degradabilnímu účinku slunečního záření (UV stabilizéry) benzotriazol (2-(2H-benzotriazol-2-yl)-4,6-bis(1-methyl-1-fenylethyl)fenol)($\text{C}_{30}\text{H}_{29}\text{N}_3\text{O}$) o obsahu 4 % hmotn., s obsahem dispergovaných rozptýlených nanočástic syntetického polymeru práškového termosetu močovinoformaldehydové pryskyřice ($\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_2$)_x o velikosti $30 \pm 10 \text{ nm}$ v množství 15 % hmotn.,
35 vztaženo na celkovou hmotnost první formulace, který byl aktivován zvýšenou teplotou 85 °C po dobu 15 minut. Pro přímé porovnání byly za použití testu stanovení míry pevnosti v ohybu metodou čtyřbodového ohybu u lepeného lamelového konstrukčního dřeva dubu podle harmonizované normy ČSN EN 408 testovány komerční lepicí systémy. Výsledky testů pevnosti jsou uvedené v tabulce 1, obr. 2).

40

Tabulka 1: Porovnání výsledků pevnosti v ohybu lepeného dřeva dubu čtyřbodovým ohybem podle ČSN EN 408

Druh adhesiva	Pevnost v ohybu lepeného dřeva dubu (MPa) bez modifikace lepeného povrchu (průměrné hodnoty)	Pevnost v ohybu lepeného dřeva dubu (MPa) s modifikací lepeného povrchu akrylátovou penetrací ethylesteru kyseliny akrylové (průměrné hodnoty)	Pevnost v ohybu lepeného dřeva dubu (MPa) s modifikací lepeného povrchu akrylátovou penetrací ethylesteru kyseliny akrylové s dispergovanými nanočásticemi termosetu močovinoformaldehydové pryskyřice aktivovanými zvýšenou teplotou (průměrné hodnoty)
Polyuretanové (PUR)	5454,24	5747,29	6332,22
Melamin-močovino-formaldehydové (MF)	5357,45	5576,04	6124,12
Fenol-formaldehydové (PF)	5250,39	5387,56	6221,27
Epoxidové (EPX)	5156,93	5345,95	5909,48

Na základě těchto testů a jejich vyhodnocení vykazovalo nejvyšší míru pevnosti v ohybu pro lepení dřeva dubu v porovnání k ostatním typům adheziv na bázi polyuretanu. Realizovanými testy bylo prokázáno, že modifikace povrchu dřeva dubu akrylátovou penetrací zvyšuje pevnost lepeného spoje. Použití akrylátové penetrace s podílem dispergovaného práškového termosetu aktivovaného zvýšenou teplotou mělo výrazný vliv na zvýšení pevnosti lepeného spoje lamelového dřeva dubu v ohybu.

2) Polyuretanový lepicí systém versus jiné lepicí systémy použité pro lepení lamelového konstrukčního dřeva dubu (pevnost lepeného dřeva dubu v ohybu)

V rámci experimentů byly zkoušeny i jiné systémy adheziv odlišné od systému na bázi polyuretanu, u nichž před jejich aplikací na povrch došlo k modifikaci povrchu dřeva dubu akrylátovou penetrací s funkcí oxidačního činidla. Jmenovitě byla odzkoušena adheziva vhodná pro lepení konstrukčního nosného dřeva na bázi a) polyuretanu; b) melamin-močovino-formaldehydu; c) fenolformaldehydu; d) epoxidu. Po modifikaci povrchu dřeva dubu čistým akrylátovým penetračním nátěrem, došlo k aplikaci uvedených typů adheziv za následného vytvrzení lepených spojů lepeného lamelového dřeva dubu při teplotě 20 °C a tlaku 1,1 MPa po dobu 120 minut. Následně byly zkušební vzorky vystaveny testu stanovení míry pevnosti v ohybu metodou čtyřbodového ohybu u lepeného lamelového konstrukčního dřeva dubu podle harmonizované normy ČSN EN 408 podle příkladu 1. Po testu byla vyhodnocena míra pevnosti konstrukčních

profilů lepeného lamelového dřeva dubu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

3) Lepené dřevo dubu s předupraveným povrchem modifikovaným pouze akrylátovou penetrací

- 5 Pro porovnání byla na povrch dřeva dubu aplikovaná akrylátová penetrace ethylesteru kyseliny akrylové čistá, bez podílu dispergovaných nanočástic práškového termosetu, která plní funkci oxidačního činidla nautralizujícího taniny v povrchových vrstvách dřeva dubu lepených ploch do hloubky 1,0 až 4,0 mm tak, že se pH jádrového dřeva dubu zvýší z 6,0 až 6,5 na 6,8 až 7,2, tedy z kyselého na neutrální. Tím dochází ke zvýšení polaritě povrchu dřeva dubu, a tak se docílí zvýšené adheze povrchu pro aplikaci adheziva. Po jejím zaschnutí po dobu 8 hodin při teplotě 20 °C a vzdušné vlhkosti 65 % bylo na povrch takto ošetřeného dřeva nanášeno adhezivum, které se vytvrdilo při teplotě 20 °C a tlaku 1,1 MPa po dobu 120 minut. Pro ověření pevnosti lepeného lamelového dřeva dubu byla následně zkušební tělesa vystavena testu stanovení míry pevnosti v ohybu metodou čtyřbodového ohybu podle harmonizované normy ČSN EN 408, podle příkladu 1.
- 15 Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

4) Lepené dřevo dubu s předupraveným povrchem modifikovaným povrchem akrylátovou penetrací s podílem dispergovaných nanočástic práškového termosetu

- 20 Pro dosažení nejvyšší pevnosti lepených spojů lamelového dřeva dubu byla před nanášením adheziv na všechny lepené povrchy dřeva dubu aplikována akrylátová penetrace ethylesteru kyseliny akrylové, která plní funkci oxidačního činidla a která obsahovala podíl nanočástic dispergovaného práškového termosetu močovinoformaldehydové pryskyřice ($(C_2H_6N_2O_2)_x$) v koncentraci termosetu v akrylátovém vodou-ředitelném nátěru 15,0 % hmotn., vztaženo na celkovou hmotnost nátěru. Akrylátová penetrace s podílem dispergovaného termosetu pronikla do dřeva do hloubky 1,0 až 4,0 mm a ponechal se zaschnout po dobu 8 hodin při teplotě 20 °C a vzdušné vlhkosti 65 %. Následně bylo na takto ošetřené plochy dřeva dubu nanášeno adhezivum, které se nejprve vytvrdilo při teplotě 20 °C a tlaku 1,1 MPa po dobu 120 minut, a poté se aktivovalo působením zvýšené teploty 80 °C po dobu 15 minut. Po aktivaci termosetu za zvýšení teploty došlo k jeho roztavení a vzájemnému prostorovému zesílení za vniku pevných prostorových kovalentních vazeb mezi molekulami polymerů. Tím došlo ke slnutí termosetu s polyuretanovým adhezivem za vzniku lepeného spoje o vysoké pevnosti. Pro ověření pevnosti lepeného lamelového dřeva dubu byla následně zkušební tělesa vystavena testu stanovení míry pevnosti v ohybu metodou čtyřbodového ohybu podle harmonizované normy ČSN EN 408, podle příkladu 1. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.
- 35

Příklad 3: Testování pevnosti lepeného spoje dubu metodou stanovení pevnosti v tahu s použitím různých lepicích systémů

40 1) Komerční systémy lepení

- V rámci výzkumu a vývoje systémů lepení konstrukčního dřeva dubu pro exteriérové užití byly v rámci projektu TAČR TREND (reg. č. FW01010627 Vývoj systému lepení listnatého dřeva dubu pro konstrukční a nekonstrukční aplikace v exteriéru) zkoumány různé varianty systémů pro lepení dubového dřeva a jejich vliv na kvalitu a mechanické vlastnosti lepeného spoje. Byla uplatněna jednotná metodika stanovení míry pevnosti ve smyku podle harmonizované normy ČSN EN 302-1 Lepidla pro nosné dřevěné konstrukce – Zkušební metody – Část 1: Stanovení podélné pevnosti ve smyku při tahovém namáhání. Následně byla zkušební tělesa slepená ze dvou lamel o rozměrech 20,0 x 5,0 x 150,0 mm (šířka x výška x délka) podle ČSN EN 302-1, předem klimatizovaných při relativní vlhkosti 65 ± 5 % a teplotě 20 ± 2 °C vzduchu pod dobu 14 dnů na ustálenou vlhkost, s plochou 10,0 x 20,0 mm namáhanou na smyk vytvořenou nařezáním z obou stran až po lepenou spáru byla na koncích upnuta do čelistí trhacího stroje. Následně se čelisti trhacího stroje začaly od sebe vzdalovat, a to až do fáze porušení zkušební plochy lepeného spoje smykovým namáháním. Na základě vztahu síla potřebná k narušení (N)/plocha (mm^2) bylo vypočítáno smykové namáhání (MPa). Dle výše uvedeného postupu byla testována adheziva na bázi a) polyuretanu; b) melamin-
- 55

močovino-formaldehydu; c) fenolformaldehydu; d) epoxidu. Výsledky testů pevnosti jsou uvedené v tabulce 2, obr. 3).

5 Tabulka 2: Porovnání výsledků pevnosti v tahu při smykovém namáhání lepeného dřeva dubu podle ČSN EN 302-1

Druh adhesiva	Pevnost ve smyku lepeného dřeva dubu (MPa) bez modifikace lepeného povrchu (průměrné hodnoty)	Pevnost ve smyku lepeného dřeva dubu (MPa) s modifikací lepeného povrchu akrylátovou penetrací methylesteru kyseliny akrylové (průměrné hodnoty)	Pevnost ve smyku lepeného dřeva dubu (MPa) s modifikací lepeného povrchu akrylátovou penetrací methylesteru kyseliny akrylové s dispergovanými nanočásticemi termosetu melamin-formaldehydové pryskyřice aktivovanými zvýšenou teplotou (průměrné hodnoty)
Polyuretanové (PUR)	17,06	18,03	22,82
Melamin-močovino-formaldehydové (MF)	16,46	17,61	18,39
Fenol-formaldehydové (PF)	16,07	17,23	18,18
Epoxidové (EPX)	15,70	16,83	16,94

- 10 Na základě těchto testů a jejich vyhodnocení vykazovalo nejvyšší míru pevnosti ve smyku pro lepení dřeva dubu v porovnání k ostatním typům adheziv adhezivum na bázi polyuretanu. Realizovanými testy bylo prokázáno, že modifikace povrchu dřeva dubu akrylátovou penetrací zvyšuje pevnost lepeného spoje. Použití akrylátové penetrace s podílem dispergovaného práškového termosetu aktivovaného zvýšenou teplotou mělo výrazný vliv na zvýšení pevnosti
- 15 lepeného spoje lamelového dřeva dubu v ohybu.

2) Polyuretanový lepicí systém versus jiné lepicí systémy použité pro lepení dřeva dubu bez předupraveného modifikovaného povrchu (pevnost lepeného dřeva dubu v tahu)

V rámci experimentů bylo testováno adhezivum na bázi a) polyuretanu, přičemž výsledky pevností v tahu tohoto adheziva byly porovnány s dalšími testovanými systémy adheziv b) melamin-močovino-formaldehydu; c) fenolformaldehydu; d) epoxidu. Po aplikaci daných typů adheziv na povrch dubového dřeva a vytvrzení lepeného spoje za podmínek uvedených výše byla zkušební tělesa následně vystavena testu stanovení míry smykové pevnosti podle harmonizované normy ČSN EN 302-1. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

3) Lepené dřevo dubu s předupraveným povrchem modifikovaným pouze akrylátovou penetrací

Pro porovnání byla na povrch lepené plochy zkušebních těles ze dřeva dubu aplikována čistá akrylátová penetrace obsahující 96,0 % hmotn. methylesteru kyseliny akrylové, dále obsahující aditivum pro zvýšení odolnosti vůči bioataku (biocidy) chlorid zinečnatý (ZnCl_2) o obsahu 1 % hmotn. a aditivum pro zvýšení odolnosti proti degradabilnímu účinku slunečního záření (UV stabilizéry) benzotriazol (2-(2H-benzotriazol-2-yl)-6-(1-methyl-1-fenylethyl)-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)fenol)($\text{C}_{29}\text{H}_{35}\text{N}_3\text{O}$) o obsahu 3 %, která byla bez podílu dispergovaných nanočástic práškového termosetu. Ta plní funkci oxidačního činidla nautralizujícího taniny v povrchových vrstvách dřeva dubu lepených ploch do hloubky 1,0 až 4,0 mm tak, že se pH jádrového dřeva dubu zvýší z 6,0 až 6,5 na 6,8 až 7,2, tedy z kyselého na neutrální. Tím dochází ke zvýšení polaritu povrchu dřeva dubu, a tak se docílí zvýšené adheze povrchu pro aplikaci adheziva. Po jejím zaschnutí po dobu 8 hodin při teplotě 20 °C a vzdušné vlhkosti 65 % bylo na povrch takto ošetřeného dřeva nanášeno adhezivum, které se vytvrdilo při teplotě 20 °C a tlaku 1,1 MPa po dobu 120 minut. Pro ověření pevnosti lepeného lamelového dřeva dubu byla následně zkušební tělesa vystavena testům stanovení smykové pevnosti podle harmonizované normy ČSN EN 302-1. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

4) Lepené dřevo dubu s předupraveným povrchem modifikovaným povrchem akrylátovou penetrací s podílem dispergovaných nanočástic práškového termosetu

Pro dosažení nejvyšší pevnosti lepených spojů lamelového dřeva dubu byla před nanášením adheziv na povrch lepené plochy aplikována akrylátová penetrace methylesteru kyseliny akrylové, která plní funkci oxidačního činidla a která obsahovala podíl nanočástic dispergovaného práškového termosetu melaminformaldehydové pryskyřice ($\text{C}_4\text{H}_5\text{N}_6$)_x v koncentraci termosetu v akrylátovém vodou-ředitelném nátěru 15,0 % hmotn., vztaženo na celkovou hmotnost nátěru. Akrylátová penetrace s podílem dispergovaného termosetu pronikla do dřeva do hloubky 1,0 až 4,0 mm a ponechala se zaschnout po dobu 2 hodin při teplotě 20 °C a vzdušné vlhkosti 65 %. Následně bylo na takto ošetřené plochy dřeva dubu nanášeno adhezivum, které se vytvrdilo při teplotě 20 °C a tlaku 1,1 MPa po dobu 120 minut a které se poté aktivovalo působící zvýšené teploty 80 °C po dobu 15 minut. Po aktivaci termosetu za zvýšení teploty došlo k jeho roztavení a vzájemnému prostorovému zesílení za vzniku pevných prostorových kovalentních vazeb mezi molekulami polymerů. Tím došlo ke slnutí termosetu s polyuretanovým adhezivem za vzniku lepeného spoje o vysoké pevnosti. Pro ověření pevnosti lepeného lamelového dřeva dubu byla následně zkušební tělesa vystavena testům stanovení smykové pevnosti dle harmonizované normy ČSN EN 302-1. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

Průmyslová využitelnost

Využití lze spatřovat hlavně v dřevařském průmyslu, stavebnictví a architektuře. Uvedené řešení je vhodné zejména pro výrobu programu lepeného lamelového dřeva anebo atypických nosných konstrukčních prvků ze dřeva dubu pro interiérové a exteriérové aplikace. Jedná se zejména o lepení nosného lamelové dřeva dubu typu Glue Laminated Wood, KVH a BSH hranolů, dále pak konstrukční prvky mostů, lávek, rozhleden a dalších nosné konstrukční prvky exponované do interiéru a exteriéru. Systém lepení konstrukčních prvků je nutné realizovat na výrobní lince ve výrobním závodě a poté po jejich převzetí v místě výstavby je již prováděna pouze montáž na místě využití.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Prostředek pro lepení dřevěných konstrukcí, sestávající ze dvou formulací pro jednotlivé vrstvy nátěru lepených ploch, **vyznačený tím**, že

– první formulace sestává ze složky A, kterou je akrylátová vodou-ředitelná penetrace na bázi esterů kyseliny akrylové, a ze složky B, kterou jsou nanočástice termosetu, vybraného ze skupiny zahrnující fenolformaldehydovou pryskyřici, močovinoformaldehydovou pryskyřici a melamin-formaldehydovou pryskyřici;

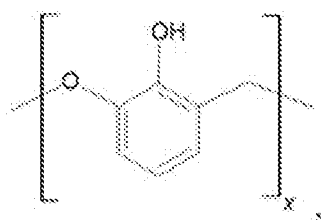
příčemž nanočástice termosetu mají velikost v rozmezí od 10 do 60 nm, s výhodou 30 nm;

příčemž složka A může volitelně obsahovat alespoň jedno aditivum, vybrané ze skupiny zahrnující isopropylalkohol, chlorid zinečnatý, hydroxyfenyltriazin, benzotriazol; příčemž s výhodou je aditivum ve složce A obsaženo v množství od 3 do 10 % hmotn., výhodněji v množství od 5 do 7 % hmotn., vztaženo na hmotnost složky A,

a příčemž obsah složky B v první formulaci je v rozmezí od 15 do 20 % hmotn., vztaženo na celkovou hmotnost první formulace;

– druhá formulace sestává z polyuretanového jednosložkového adheziva.

2. Prostředek podle nároku 1, **vyznačený tím**, že fenolformaldehydovou pryskyřici je syntetický termosetický fenolformaldehydový polykondenzát obecného vzorce



kde x je celé číslo v rozmezí od 500 do 1000

3. Prostředek podle kteréhokoliv z nároků 1 až 2, **vyznačený tím**, že polyuretanové jednosložkové adhezivum je polymer obsahující od 35 do 40 % hmotn. monomerních jednotek polyetherpolyolu, od 55 do 65 % hmotn. monomerních jednotek polyisokyanátu a od 0 do 1,5 % hmotn. monomerních jednotek UV stabilizátoru; s výhodou polyuretanové jednosložkové adhezivum obsahuje 39 % hmotn. monomerních jednotek polyetherpolyolu, 60 % hmotn. monomerních jednotek polyisokyanátu a 1 % hmotn. monomerních jednotek UV stabilizátoru.

4. Prostředek podle nároku 3, **vyznačený tím**, že polyetherpolyol je vybraný ze skupiny zahrnující dipropylenglykol, sorbitol; a polyisokyanát je vybraný ze skupiny zahrnující methyldifenyl-diisokyanát, dicyklohexylmethandiisokyanát, hexamethylen diisokyanát.

5. Prostředek podle kteréhokoliv z nároků 1 až 4, **vyznačený tím**, že akrylátová vodou-ředitelná penetrace je vybraná ze skupiny zahrnující methylester kyseliny akrylové, ethylester kyseliny akrylové, butylester kyseliny akrylové, isobutylester kyseliny akrylové

6. Lepený konstrukční prvek ze dřeva dubu obsahující prostředek pro lepení dřevěných konstrukcí podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačený tím**, že obsahuje vrstvu (1) dřeva dubu, s výhodou masivního dubového dřeva, výhodněji dubového jádrového dřeva; na které je umístěna vrstva (2) první formulace prostředku pro lepení dřevěných konstrukcí podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, na ní je umístěna vrstva (3) druhé formulace prostředku pro lepení dřevěných konstrukcí podle

kteréhokoliv z nároků 1 až 5 a na ní opět vrstva (2) první formulace prostředku pro lepení dřevěných konstrukcí podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5 a následně další vrstva (1) ze dřeva dubu, přičemž dřevo dubu má s výhodou vlhkost v rozmezí od 8 do 22 % hmotn., výhodněji od 12 do 15 % hmotn.;

a přičemž vrstvy (2) a (3) prostředku pro lepení dřevěných konstrukcí podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5 jsou ve vytvrzené a zesítené formě.

7. Lepený konstrukční prvek podle nároku 6, **vyznačený tím**, že celková tloušťka vrstev (2) první formulace, vrstvy (3) druhé formulace a další vrstvy (2) první formulace je v rozmezí od 100 μm do 180 μm , s výhodou 140 μm .

8. Lepený konstrukční prvek podle nároku 6 nebo 7, **vyznačený tím**, že tloušťka vrstvy (1) dřeva dubu je alespoň 5 mm, s výhodou je tloušťka této vrstvy v rozmezí od 5 mm do 420 mm; výhodněji je lepený konstrukční prvek upravený do tvaru hranolu, s výhodou kvádru.

9. Způsob lepení dřeva prostředkem podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačený tím**, že obsahuje následující kroky:

i) nanesení vrstvy (2) první formulace na první plochu dřeva určenou k lepení;

ii) nanesení vrstvy (2) první formulace na druhou plochu dřeva určenou k přilepení k první ploše dřeva;

iii) vytvrzení vrstvy (2) první formulace na vrstvě (1) dřeva dubu po dobu alespoň 120 minut při teplotě vzduchu v rozmezí od 15 do 35 °C;

iv) nanesení vrstvy (3) druhé formulace na vytvrzenou vrstvu (2) první formulace na první ploše dřeva určené k lepení, přičemž aplikace adheziva se provede po zaschnutí a vytvrzení uvedené vrstvy (2) první formulace;

v) umístění obou ploch dřeva určených k lepení do vzájemného kontaktu tak, aby mezi nimi byly umístěny vrstvy prostředku podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5 v pořadí vrstva (2) první formulace, vrstva (3) druhé formulace, vrstva (2) první formulace;

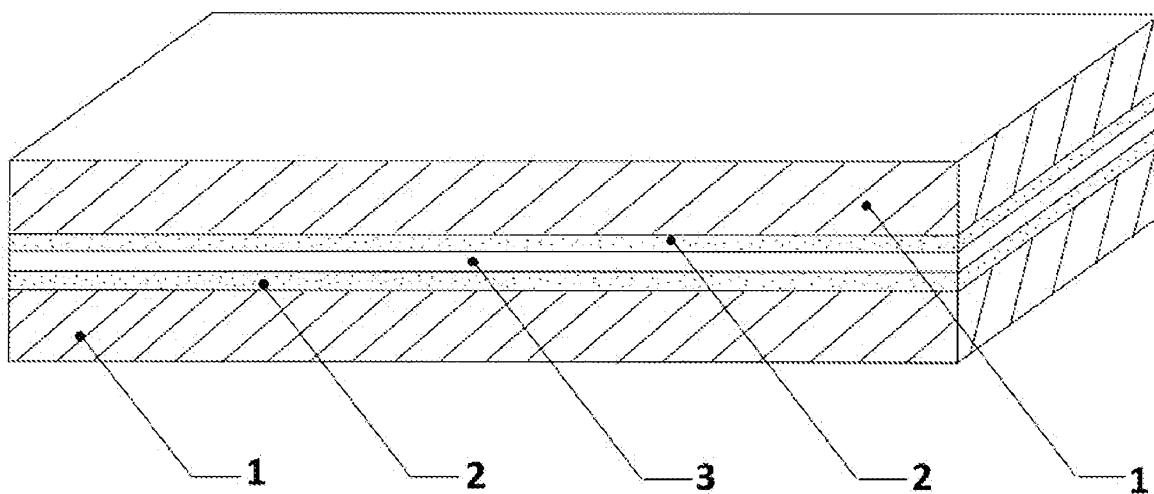
vi) vytvrzení vrstvy (3) druhé formulace při teplotě v rozmezí od 15 do 35 °C po dobu alespoň 120 minut, při lisovacím tlaku v rozmezí od 0,7 do 1,7 MPa po dobu alespoň 120 minut;

vii) zesílení zafixovaných nanočástic práškového termosetu při teplotě v rozmezí od 70 do 120 °C, s výhodou v rozmezí od 75 do 85 °C, po dobu alespoň 10 minut, s výhodou po dobu alespoň 15 minut, při kterém dojde ke slinutí všech vrstev (2, 3) prostředku.

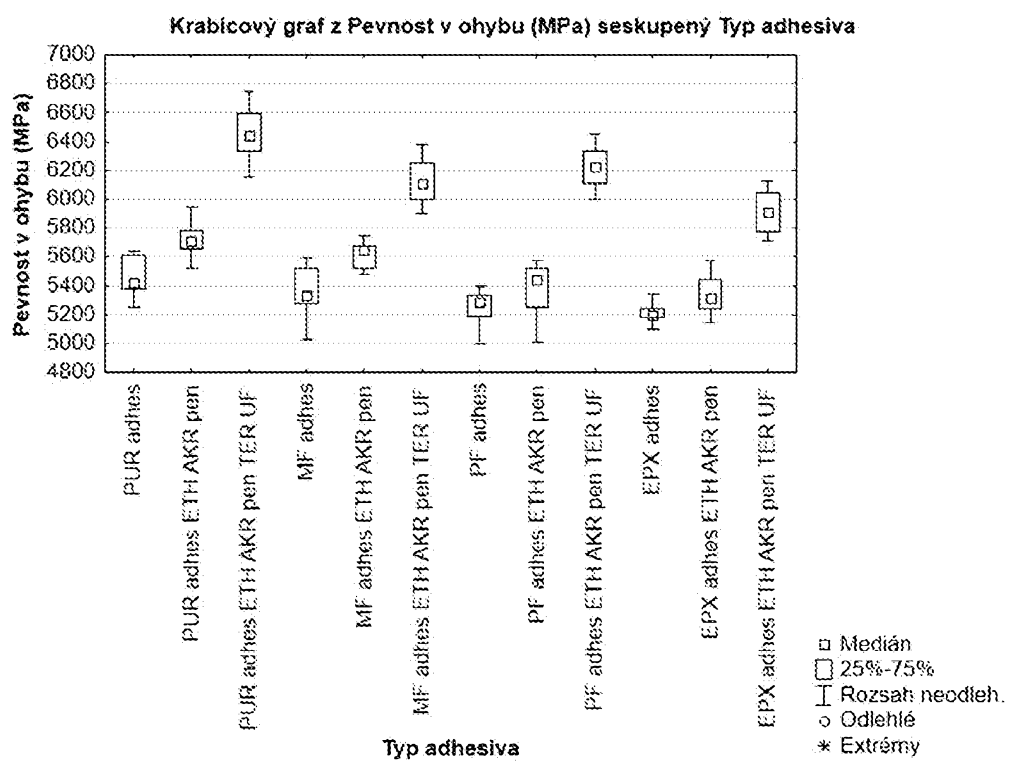
10. Použití systému lepení podle kteréhokoliv z předchozích nároků 1 až 5 pro lepení povrchů dřeva, s výhodou dřeva dubu, výhodněji dubového jádrového dřeva.

Seznam vztahových značek:

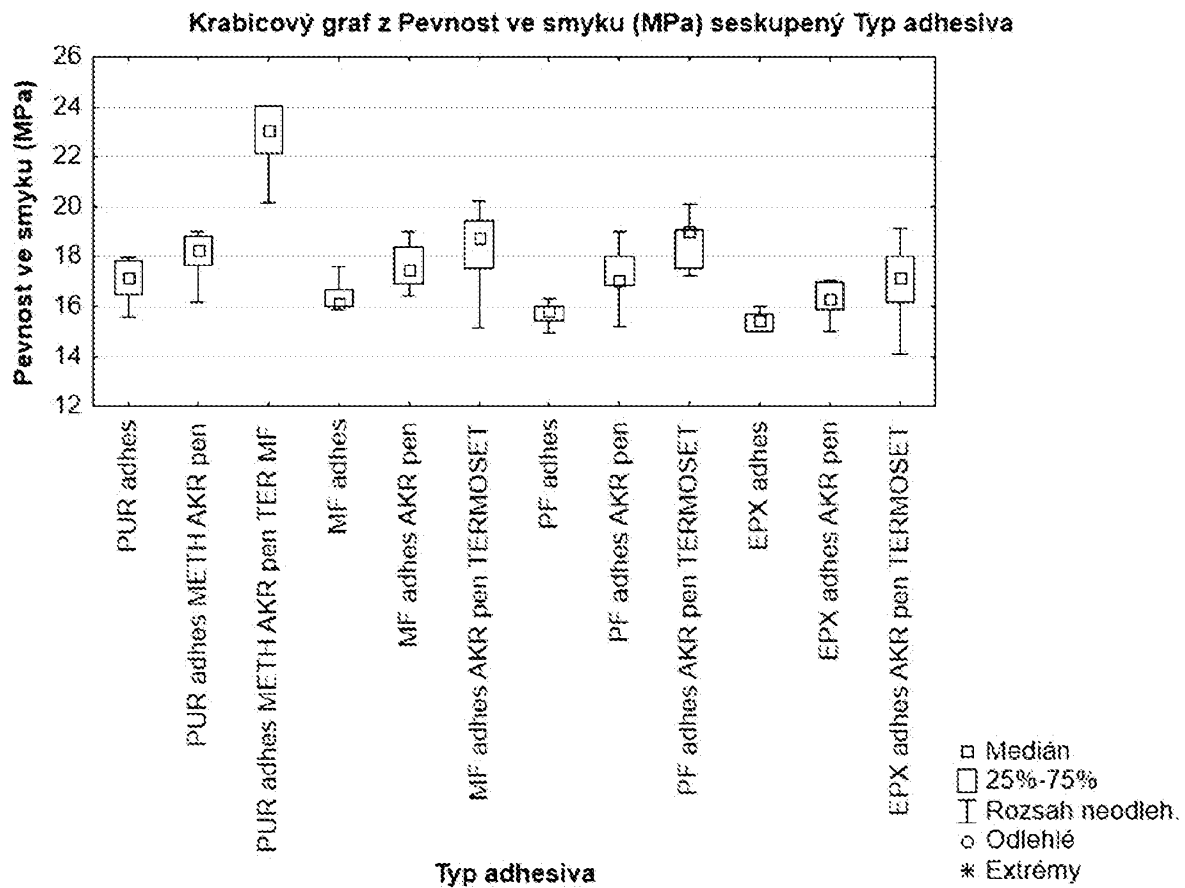
PUR adhes	polyurethanové adhezivum na bázi polymerního methyldifenyldiisokyanátu
MF adhes	melaminformaldehydové adhezivum
PF adhes	fenolformaldehydové adhezivum
EPX adhes	epoxydové adhezivum
ETH AKR pen	akrylátová penetrace na bázi ethylesteru kyseliny akrylové
METH AKR pen	akrylátová penetrace na bázi methylesteru kyseliny akrylové
TER UF	termoset na bázi močovinoformaldehydové pryskyřice
TER MF	termoset melaminformaldehydové pryskyřice.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3