

IMPACT OF CHEMICAL CORROSION ON MECHANICAL CHARACTERISTICS OF WOOD

J. Frankl*, M. Kloiber*, I. Kučerová*, M. Drdácý*

Summary: *The contribution is dedicated to the problem of chemical corrosion of surface layers of wood in buildings, caused by reaction of chemical substances contained in formerly used chemical anti-fire agents, applied by spraying or coating on wooden construction elements. Findings discovered during survey of buildings and laboratory methods (mechanical tests) of testing of impact of damage on mechanical characteristics of wood and wooden construction elements are presented in the poster.*

1. Úvod

Při průzkumech a monitoringu dřevěných konstrukcí ošetřených v minulosti chemickými retardéry hoření bylo zjištěno, že některé z látek obsažených v použitých přípravcích vyvolávají chemické reakce, které poškozují polymery dřeva - celulózu, hemicelulózy a především lignin. Příkladem může být použití retardérů hoření na bázi síranu a fosforečnanu amonného. Aplikace prostředků s obsahem uvedených látek způsobila poškození povrchu dřeva v praxi označované jako „povrchové rozvláknění“ nebo „chemická koroze“, projevující se „chlupacením“ povrchu dřevěných prvků.

Cílem posteru je prezentovat chemickou degradaci povrchových vrstev dřevěných konstrukčních prvků a metody aplikované ke stanovení jejího vlivu na mechanické vlastnosti dřeva. Představuje experimentální postupy a výsledky získané porovnáním mechanických vlastností naměřených na poškozeném - rozvlákněném dřevě s hodnotami naměřenými na dřevě bez poškození. Pro porovnání byly zvoleny některé mechanické zkoušky (tvrdost, pevnost v tahu a tlaku).

2. Chemická koroze

Chemická koroze dřeva, vyvolaná reakcemi látek obsažených v dříve používaných retardérech hoření, se makroskopicky projevuje „chlupacením“ povrchu dřeva konstrukčních prvků (obr. 1). Výsledky průzkumu ukazují, že reakce amonných solí v povrchových vrstvách dřeva způsobují především korozi ligninu. Vláknata uvolněná na povrchu rozvlákněného dřeva jsou tvořena převážně celulózu, případně částečně poškozenou celulózu. Výsledky naznačují, že při reakcích dochází k oxidaci polymerů dřeva, především ligninu.

* Ing. Jiří Frankl, Ph.D., Ing. Michal Kloiber, Ph.D., doc. Ing. Miloš Drdácý, DrSc.: Ústav teoretické a aplikované mechaniky, AV ČR, v. v. i.; Prosecká 76; 190 00 Praha 9; e-mail: frankl@itam.cas.cz

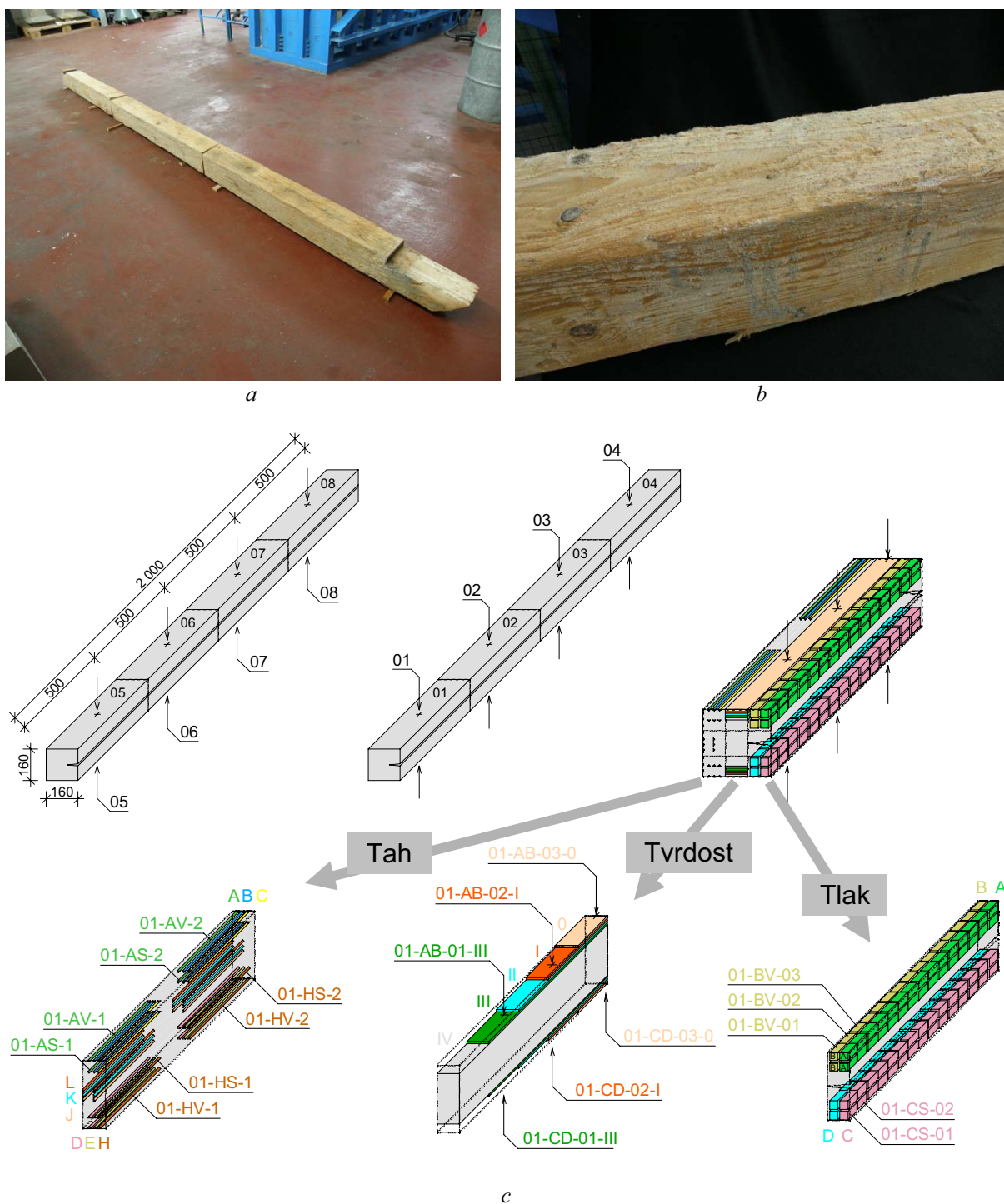
* Ing. Irena Kučerová, Ph.D.: Ústav chemické technologie restaurování památek, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 5, e-mail: Irena.Kucerova@vscht.cz



Obr. 1 Konstrukční prvky poškozené chemickou korozi, areál bývalého pivovaru v Děčíně (a,b,d); administrativní budova v Praze 1 (c).

3. Mechanické vlastnosti dřeva poškozeného chemickou korozi

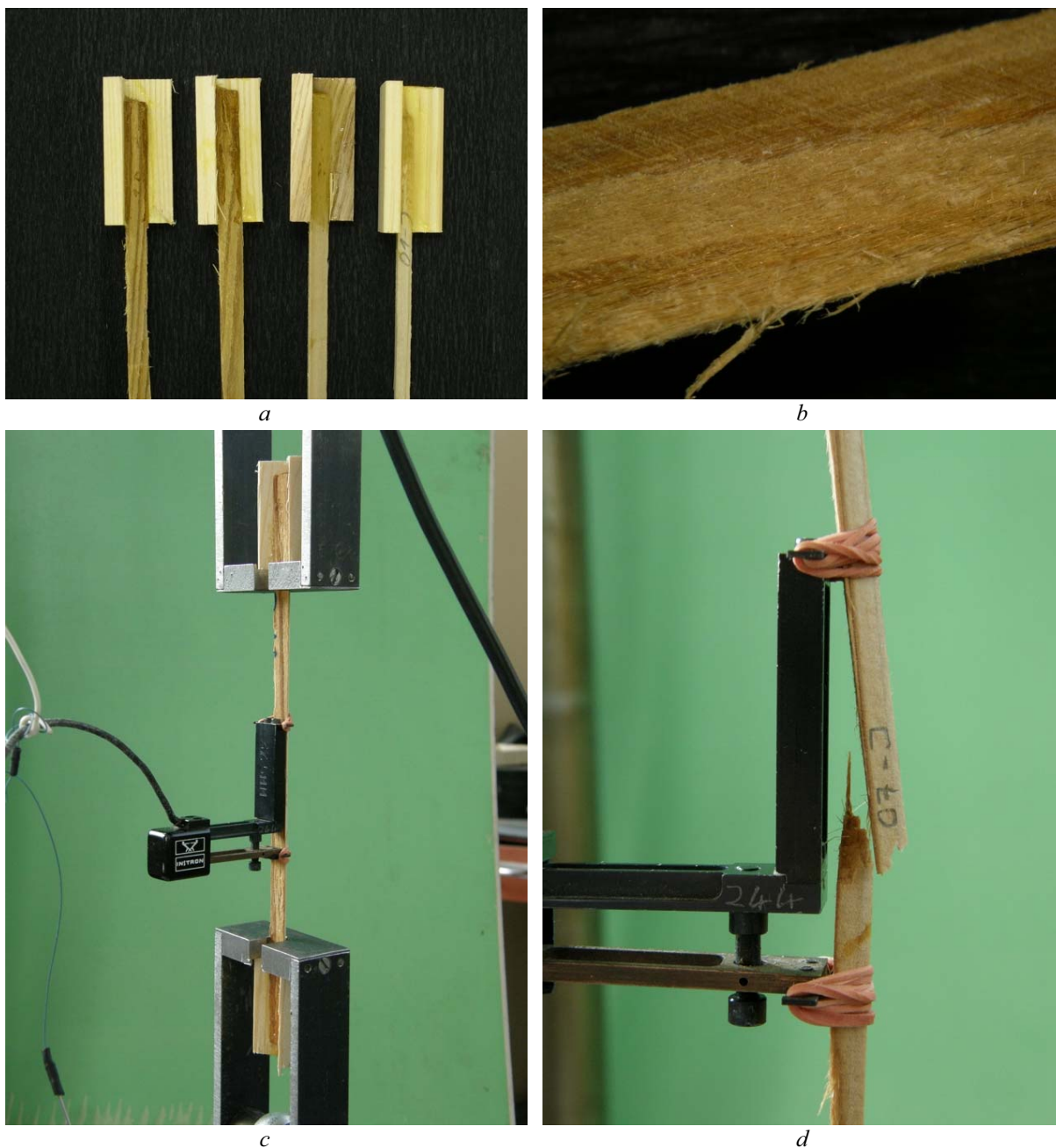
Při průzkumech poškozených dřevěných konstrukčních prvků „in situ“ bylo zjištěno, že rozvlákněná vrstva dřeva vykazuje značnou ztrátu soudržnosti a pokles mechanických vlastností. Otázkou bylo, do jaké hloubky chemická koroze zasahuje a nakolik jsou jejím působením ovlivněny mechanické vlastnosti dřeva. Stanovení mechanických vlastností v jednotlivých vrstvách dřeva poškozených prvků bylo provedeno pomocí standardních a speciálních zkoušek mechanických vlastností dřeva. Zkušební tělíska, použita při zkouškách prezentovaných v příspěvku, byla vyrobena z konstrukčního prvku – hambalku, odebraného z krovové konstrukce historického objektu v Praze 1 (doba výstavby mezi lety 1835 – 1840). Vyjmutý prvek, jeho zpracování a schéma výroby zkušebních tělísek pro jednotlivé zkoušky jsou uvedeny v obr. 2.



Obr. 2 Konstrukční prvek vyjmutý ze stavby poškozené chemickou korozí (a); detail povrchu konstrukčního prvku (b); schéma zpracování a výroby zkušebních tělísek (c).

Pevnost dřeva v tahu podél vláken

Pevnost dřeva v tahu podél vláken byla testována na speciálních vzorcích trojúhelníkového průřezu (5x5x7,5 mm) o délce 200 mm. Speciálně vyrobené mikrovzorky umožňují přesnější určení sledované vlastnosti v různé hloubce pod povrchem poškozeného dřeva. Zkušební vzorky byly vyrobeny z povrchové části dřeva (0 – 5 mm – poškozená vrstva) a z vnitřní části dřeva (v hloubce 25 mm – nepoškozená vrstva, referenční vzorky). Zkušební vzorky a průběh zkoušky jsou na obr. 3.



Obr. 3 Mechanická pevnost dřeva v tahu podél vláken, připravené vzorky (a); detail povrchu vzorku z poškozené vrstvy (b); průběh zkoušky (c, d).

Pevnost dřeva v tlaku podél vláken

Pevnost dřeva v tlaku podél vláken byla nejprve zkoušena na standardních vzorcích o velikosti 20x20x30 mm. Vliv rozvláknění povrchové vrstvy dřeva na pevnost v tlaku podél vláken nebyl u této sady vzorků rozpoznatelný, docházelo ke krytí s vlivem hustoty a přirozené struktury dřeva. Proto byla z povrchové i referenční vrstvy vyrobena tenčí tělíska (5x20x30 mm) u kterých byl vliv poškození na pevnost v tlaku již lépe prokazatelný. Zkušební vzorky z obou sad a průběh zkoušky jsou patrné z obr. 4.



Obr. 4 Pevnost dřeva v tlaku podél vláken; standardní vzorky 20x20x30 mm (a); speciální tenčí vzorky 5x20x30 mm (b); průběh zkoušky (c, d).

Tvrдость dřeva

Tvrдость dřeva byla měřena metodou podle Janky a metodou zarážení trnu tvrdoměrného přístroje Pilodyn. Měření bylo provedeno celkem v pěti hloubkových vrstvách dřeva, vytvořených postupným odebíráním 5 mm silných vrstev dřeva směrem od povrchu ke středu prvku. Měření tvrdosti dle Janky i průniku trnu Pilodynu bylo provedeno pro každou odebíranou vrstvu celkem ve 40 měřících bodech. Průběh zkoušky tvrdosti dle Janky a způsob odebírání jednotlivých vrstev dřeva je patrný z obr. 5.



Obr. 5 Tvrdost dřeva zkoušená metodou dle Janky; průběh zkoušky v povrchové (a) a třetí vnitřní (b) vrstvě; detail odfrézování první a druhé 5 mm silné povrchové vrstvy (c); zkušební tělíska – poslední zkoušená vrstva (d).

4. Závěr

Na základě poznatků z provedených laboratorních zkoušek a průzkumů dřevěných stavebních konstrukcí „in-situ“ lze konstatovat, že chemická koroze dřeva, vyvolaná reakcemi látek obsažených v dřívě používaných protipožárních prostředcích, postihuje pouze povrchové části konstrukčních prvků maximálně do hloubky 5 mm.

Výrazné snížení mechanických vlastností dřeva v poškozené povrchové vrstvě se projevilo především při zkoušce v tahu podél vláken, kde pevnost poklesla až o 50 % proti hodnotám zjištěným na nepoškozeném dřevě. Pokles mechanických vlastností v poškozené vrstvě dřeva byl zjištěn také pomocí tvrdostních zkoušek, při zatlačování kuličky (tvrdost dle Janky) a při vstřelování trnu tvrdoměrného přístroje Pilodyn. Při měření pevnosti dřeva v tlaku podél vláken se u standardních vzorků vliv povrchové rozvlákněné vrstvy na změny pevnosti prokazatelně neprojevil. U nestandardních zkušebních tělísek (o tloušťce 5 mm) byl vliv chemické koroze již patrný.

Z hlediska průřezových charakteristik obvykle používaných dřevěných konstrukčních prvků (průřezy 100x120 mm a více) je vliv chemické koroze povrchových vrstev nevýrazný. Po mechanickém odstranění rozvlákněné vrstvy (obroušení povrchu konstrukčních prvků) a neúčinném odstranění nebo neutralizaci působících chemikálií, může docházet k opětovné chemické korozi. Opakované rozvláknění povrchových vrstev a jeho odstranění mohou postupně způsobit zmenšení průřezu konstrukčních prvků a tím snížení jejich mechanické odolnosti.

5. Poděkování

Príspevek byl vytvořen za finanční podpory grantového projektu GAČR 103/07/1091 a výzkumných záměrů MSM 6215648902 a AV0Z20710524.

6. Literatura

- Bodig, J., Jayne, B.A. Mechanics of wood and wood composites. 2^aed Krieger Publishing company, 1993, 712 pp
- Le Van, S.L., Winandy, J.E., Effects of fire retardant treatments on wood strength: a review, Wood and Fiber Science, 22(1), 1990, pp.113-131.
- Winandy, J.E.: Effects of fire retardant retention, borate buffers, and redrying temperature after treatment on thermal-induced degradation, Forest Products Journal, 47(6) 1997: pp.79-86
- Winandy, J.E., Lebow, P.K., Nelson, W.: Predicting bending strength of fire- retardant-treated plywood from screw-withdrawal tests, Res. Note FPL-RP-568, Madison, WI: US Dept. of Agriculture, Forest service, Forest Products Laboratory, 1998
- Wilkins A.P., Simpson J.A.: Defibring of roof timbers. Journal of Institute of Wood Science, 11, no. 3, 1988, pp. 121-125