

PROBLEMATIKA TMELENÍ CEMENTOVÝCH PODKLADŮ VYSTAVENÝM ÚČINKŮM ZMĚNY TEPLoty

PROBLEMATICS OF SEALING CEMENT SUBSTRATES EXPOSED TO THE EFFECTS OF CHANGING TEMPERATURES

Ing. Adam Boháček^{1*}; Ing. Michal Brandtner¹

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Veveří 331/95, 602 00 Brno, Česká republika

* korespondenční autor: bohacek.a@fce.vutbr.cz

ABSTRAKT CZ

Tento článek se zabývá problematikou řešení tmelení spojů materiálů, u kterých může docházet k porušení tmelené spáry vlivem teplotních změn. Jako základní podkladní materiál je v tomto případě vybrán sklocement. Spolu s vybranými tmely z něj jsou vyrobeny zkušební vzorky, které jsou testovány podle platné evropské normy ČSN EN ISO 9047 Stavební konstrukce – Těsnící hmoty – Stanovení přilnavosti a soudržnosti tmelů při proměnlivé teplotě. Výsledky tohoto testování jsou hodnoceny vizuální kontrolou a přeměřením případných porušení posuvným měřítkem. Na základě vyhodnocení daných výsledků testování není možné ani jeden z testovaných tmelů doporučit ke tmelení sklocementových podkladních materiálů.

Klíčová slova: Tmel, tmelený spoj, zkušební těleso, přilnavost, soudržnost

ABSTRACT

This article deals with the solution of sealing joints of materials in which the sealed joint may be damaged due to temperature changes. In this case, glass cement is selected as the base material. Together with selected sealants, test specimens are made from it, which are tested according to the valid European standard ČSN EN ISO 9047 Building construction - Sealants - Determination of adhesion and cohesion of sealants at variable temperatures. The results of this testing are evaluated by visual inspection and re-measurement of any violations of the sliding scale. Based on the evaluation of the given test results, it is not possible to recommend any of the tested sealants for sealing glass-cement base materials.

Key words: Sealant, sealed joint, test specimen, adhesion, cohesion

1 ÚVOD

Problém, jak ve stavebnictví spojit jednotlivé materiály, provází lidstvo prakticky od jeho civilizovaných počátků, a i dnes naše společnost potká tmelené spoje takřka na každém kroku. Do začátku 20. století byly však veškeré materiály používané pro tmelení pouze přírodního charakteru. Postupem času se ale díky rozvoji technologií a chemického průmyslu přesunuly materiály používané pro tmelení do oblasti složitých chemických sloučenin. I díky tomuto vývoji došlo v posledních dvou desetiletích k obrovskému pokroku v technologii a aplikaci stavebních tmelů. [1]

Hlavním účelem tmelu je zabránit vzduchu, vodě a dalším látkám před vstupem do konstrukce nebo před jejím opuštěním a umožnění určitého rozsahu pohybu podkladů. Tmely zabudované do spár budov

doi.org/10.51704/cjce.2020.vol6.iss2.pp7-12

ISSN (online) 2336-7148

www.cjce.cz

dále zajišťují tepelnou a zvukovou izolaci a často přispívají k požární odolnosti konstrukce. [2] Spoje a otvory mezi konstrukčními prvky lze nalézt v mnoha různých částech budov nebo stavebních konstrukcí, například mezi prefabrikovanými betonovými prvky ve fasádách, kolem oken a dveří, ve spojení mezi podlahami a stěnami atd. Ačkoli se spoje nachází v mnoha oblastech stavby je zjevné, že mezi nimi panují značné rozdíly. [2,3] Nejen z těchto důvodů musí být tmelené spoje vždy navrženy tak, aby odolaly všem vnitřním i vnějším vlivům, mezi ty, jež tmelené spoje nejvíce zatěžují pak patří vlivy klimatické. [3]

Pakliže předpokládáme, že tmelený spoj bude těmto vlivům vystaven je vhodné vybírat tmel, který je proti těmto podmínkám rezistentní. Ale vzhledem k nepřebernému množství výrobků na českém trhu a k tomu, že ne vždy doporučení výrobce odpovídá skutečné odolnosti tmelu proti těmto vlivům, vybrat takový tmel není vůbec nic snadného. Cílem této práce je proto porovnání kvality tmelů právě po vystavení klimatickým vlivům a jejich pozdější soudržnosti s podkladním materiálem, a to pomocí vhodných, normou schválených zkušebních postupů.

2 MATERIÁL

Pro účely tohoto výzkumu je zvolen jako podkladní materiál sklocement, který při tmelení vykazuje jistou problémovost, která spočívá v přítomnosti jemných prachových částic na povrchu tohoto materiálu. Díky těmto prachovým částicám se často stává, že je narušen spoj mezi tmelem a podkladním materiálem. Tuto problémovost částečně odstraňuje nanesení primeru na podkladní materiál.

Tmely uvedené pro tento příspěvek jsou vybrány na základě dostupnosti na trhu, doporučení výrobce tmelu pro vhodnost použití k tmelení tohoto problémového podkladu a také na základě svých vlastností, které jsou uvedeny v tab. 1. Je vybrán jeden zástupce neutrálních silikonů a jeden zástupce polyuretanových tmelů.

Na základě doporučení výrobce tmelu jsou k těmto tmelům vybrány primery, které mají za úkol zlepšit přilnavost samotného tmelu k podkladnímu materiálu.

Vlastnosti	Tmel A	Tmel B
Hustota [g/cm ³]	1,0	1,23
Pevnost v tahu [N/mm ²]	1,5	1,4
Konzistence	Tixotropní pasta	Tixotropní pasta
Elastický modul pružnosti [N/mm ²]	0,35	0,7
Tvrdość dle Shore A	20	40

Tab. 1 Vlastnosti tmelů [5,6]

3 METODIKA

Zkušební postup a metodika v tomto článku vychází z platné evropské normy ČSN EN ISO 9047 Stavební konstrukce – Těsnící hmoty – Stanovení přilnavosti a soudržnosti tmelů při proměnlivé teplotě.

Ve zmíněné normě je definována skladba a rozměry zkušebního tělesa. Zkušební těleso se skládá ze dvou podkladních destiček, dvou rozpěrek a tmelu. Rozměry zkušebního tělesa definované normou lze změnit, ale pouze za předpokladu, že zůstane zachován rozměr tmelu a plocha přilnavosti.

Pro tento článek jsou použita zkušební tělesa, která se skládají ze dvou podkladních sklocementových destiček o rozměru 50x30 mm a tloušťce 12,5 mm. Dále pak ze dvou rozpěrek o půdorysných rozměrech rozměru 12x9 mm a výšce 50 mm. Rozpěrky jsou voleny dřevěné, a to z důvodu lepšího přístupu vzduchu ke tmelené spáře a tím lepšímu vyzrání tmelu. Dohromady tvoří podkladní sklocementové destičky a dřevěné rozpěrky ohraničení půdorysného prostoru o rozměrech 12x12 mm pro aplikaci tmele. Společně s tmelem tvoří zkušební těleso pro následné testování.

Již zmíněná technická norma přesně specifikuje podmínku, za které jsou zkušební tělesa vyráběna. Touto podmínkou je konstantní teplota (23 ± 2) °C. Dále to jsou podmínky stanovené výrobcem tmelu, a to například použití primeru atd. Norma také stanovuje opatření, která je při výrobě zkušebních těles nutno dodržet a jsou to: vyloučit tvorbu vzduchových bublin, přitlačit těsnící tmel ke stykovým plochám podkladních destiček a povrch tmelu uhladit do roviny podkladních destiček a rozpěrek.

Norma dále stanoví minimální počet zkušebních těles potřebných pro provedení zkoušky. Tento počet je určen počtem tří zkušebních těles, avšak autor tohoto příspěvku volí zkušebních těles hned pět, a to z důvodu většího množství výsledků, a tudíž i lepšímu zhodnocení výsledků zkoušky.

Zkušební tělesa se před samotným testováním musejí podrobit tzv. kondicionování, což znamená vystavení zkušebních těles předepsanému postupu stanoveného normou. Zkušební tělesa se nejprve po dobu 28 dnů uloží při teplotě (23 ± 2) °C a relativní vlhkosti (50 ± 5) %, aby došlo ke správnému vyzrání tmelu. Poté se zkušební tělesa podrobí třikrát následujícím cyklům uložení:

- 3 dny v sušárně při teplotě (70 ± 2) °C
- 1 den v destilované vodě o teplotě (23 ± 2) °C
- 2 dny v sušárně při teplotě (70 ± 2) °C
- 1 den v destilované vodě o teplotě (23 ± 2) °C

Po tomto kondicionování se zkušební tělesa před zkoušením další dobu mezi 24 hodin a 6 dny při teplotě (70 ± 2) °C a relativní vlhkosti (50 ± 5) %.

Pro samotnou realizaci zkoušení zkušebních těles jsou využita zkušební zařízení vyrobené již v předchozím výzkumu tmelů.

Princip této zkoušky spočívá v cyklickém natahování a stlačování zkušebních těles za proměnlivé teploty. Zkušební tělesa se protahují a stlačují rychlostí $(5,5\pm 0,7)$ mm/minutu o amplitudě ± 25 %. Šířka tmelu při protažení při amplitudě ± 25 % je 15,0 mm a šířka tmelu při stlačení při téže amplitudě činí 9,0 mm. Zkušební tělesa se podrobí následujícím cyklům střídavého protahování a stlačování při amplitudě ± 25 %

První týden

1. den: Zkušební tělesa se umístí do chladicí komory při teplotě (-20 ± 2) °C. Po třech hodinách se zkušební tělesa protáhnou ve zkušebním zařízení při amplitudě ± 25 %. Toto protažení se udržuje po dobu 21 hodin při teplotě (-20 ± 2) °C.

2. den: Uvolní se protažení. Zkušební tělesa se umístí do sušárny při teplotě (70 ± 2) °C. Po třech hodinách se zkušební tělesa stlačí ve zkušebním zařízení při amplitudě ± 25 %. Stlačení se udržuje po dobu 21 hodin při teplotě (70 ± 2) °C.

3. den: Uvolní se stlačení a opakuje se postup 1. dne.

4. den: Uvolní se protažení a opakuje se postup 2. dne.

5.–7. den: Uvolní se stlačení a zkušební tělesa se uloží při teplotě (23 ± 2) °C a relativní vlhkosti (50 ± 5) % bez použití mechanické síly.

Druhý týden

Během druhého týdne se opakuje postup prvního týdne.

Po ukončení zkoušek se zkušební tělesa prohlédnou, zda nedošlo k poruchám přilnavosti nebo soudržnosti tmelu. Pomocí posuvného měřítka s přesností čtení 0,5 mm se změří délka případné poruchy přilnavosti nebo soudržnosti. [4]

4 VÝSLEDKY

V tab. 2 jsou zaznamenány výsledky zkoušky, které jsou provedeny pro neutrální silikon a polyuretanový tmel.

Hodnocení zkoušky probíhalo tak, že všechna zkušební tělesa byla nejprve vizuálně zkontrolována, zda došlo či nedošlo k porušení celistvosti, výsledek této kontroly je v tabulce výsledků zaznamenán slovy Vydržel/Nevydržel. V případě porušení celistvosti zkušební tělesa je poznamenán druh porušení a je změřena délka porušení posuvným měřítkem.

Vzorky, u nichž nedošlo k žádnému porušení celistvosti jsou v tabulce popsány slovem Žádné, a naopak u vzorků u nichž došlo k porušení celistvosti jsou v tabulce popsány druhem porušení a jeho délkou v milimetrech.

Neutrální silikon Tmel A			Polyuretanový tmel Tmel B		
č.	Spoj	Porušení Délka	č.	Spoj	Porušení Délka
1	Vydržel	Žádné	1	Nevydržel	Jednostranné odtržení 48 mm
2	Nevydržel	Jednostranné odtržení 27 mm	2	Nevydržel	Jednostranné odtržení 39 mm
3	Nevydržel	Jednostranné odtržení 30 mm	3	Nevydržel	Jednostranné odtržení 50 mm
4	Vydržel	Žádné	4	Nevydržel	Jednostranné odtržení 49 mm
5	Nevydržel	Jednostranné odtržení 25 mm	5	Nevydržel	Jednostranné odtržení 49 mm

Tab. 2 Zkouška dle ČSN EN ISO 9047



Obr. 1 Tmel B, vzorek č.3 Jednostranné odtržení
délky 50 mm

5 ANALÝZA VÝSLEDKŮ

Při cyklickém natahování a stlačování při změně teploty došlo pouze k jednomu typu porušení zkušebních těles, a to k jednostrannému odtržení tmelu od podkladního materiálu. Při pohledu na tabulku výsledků je patrné, že tmel B si vedl podstatně hůře, než tmel A. U tmelu B došlo k porušení celistvosti u všech testovaných těles a délka porušení nabývá vysokých hodnot. Oproti tomu tmel A si vedl lépe. K porušení celistvosti došlo pouze u tří zkušebních těles s tím, že délky porušení jsou kratší než u tmelu B. I přesto, že u tmelu A nedošlo u dvou zkušebních vzorků k žádnému porušení tento tmel nelze hodnotit jako vyhovující.

6 ZÁVĚR

I přes to, že jsou tmely vybrány na základě doporučení výrobce pro tmelení vybraného podkladu, je z výsledkové tabulky patrné, že jak neutrální silikon, tak polyuretanový tmel nevyhoví při vystavení vlivu změn teplot, a to v případě, kdy jsou použity výrobcem požadované primery, které mají za úkol zlepšit přilnavost a soudržnost tmelu a podkladního materiálu. Vybrané tmely nejsou vhodné pro tmelení podkladního materiálu na bázi cementu a nelze je tedy k tomuto účelu doporučit.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory Standardního specifického výzkumu Vysokého učení technického v Brně s registračním číslem FAST-S-20-6338 a Juniorského specifického výzkumu s registračním číslem FAST-J-20-6359.

Použitá literatura

- [1] PETRIE, Edward M. Handbook of adhesives and sealants. New York: McGraw-Hill company, 2009. ISBN 0-07-049888-1.
- [2] KLOSOWSKI, Jerome a Andreas T. WOLF. Sealants in construction. 2nd edition. Boca Raton: Taylorand Francis Group, 2016. ISBN 978-1-4200-1785-4.
- [3] LAL MITTAL, Kashmiri a Antonio PIZZI. Handbook of sealant technology. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2009. ISBN 978-0-8493-9162-0.
- [4] ČSN EN ISO 9047 Stavební konstrukce – Těsnící hmoty – Stanovení přilnavosti a soudržnosti tmelů při proměnlivé teplotě. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [5] Denbraven [online]. Tech-vision, 2021 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: <https://www.denbraven.cz/>
- [6] Sika [online]. 2018 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z: <https://cze.sika.com/>