

TMLENÍ CEMENTOVÉ DESKY AQUAPANEL A NÁSLEDNÉ TAHOVÉ VLASTNOSTI TMLENÉHO SPOJE

AQUAPANEL CEMENT PLATE SEALING AND SUBSEQUENT STRENGTH PROPERTIES OF THE SEALED JOINT

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

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

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

ABSTRAKT CZ

Tento článek představuje výzkum zabývající se problematikou tmelení materiálů na bázi cementu a tahovými vlastnostmi tmelené spáry. Pro potřeby výzkumu prezentovaného v tomto článku je vybíráno několik druhů použitých materiálů. Jako podkladní materiál je vybrána cementová deska Aquapanel, dále jsou vybrány tmely a to konkrétně jeden zástupce tmelů akrylových a jeden zástupce tmelů polyuretanových. Ke zvoleným tmelům pak jsou použity primery, jež jsou zvoleny na základě doporučení výrobce. Z těchto materiálů jsou vyhotovena zkušební tělesa, které se po řádném vytvrzení a nakondicionování dále zkouší. Zkoušky probíhají podle postupů stanovených evropskou normou ČSN EN ISO 8340. Na základě výsledků zkoušky, lze ke tmelení podkladního materiálu prezentovaného v tomto výzkumu doporučit pouze tmel polyuretanový. Akrylový tmel vykazuje přílišná poškození po vystavení působení zkoušek.

Klíčová slova: Tmel; zkušební těleso; soudržnost; přilnavost; zkouška

ABSTRACT

This article presents research dealing with the issue of sealing cement-based materials and the tensile properties of the sealed joint. Several types of materials used are selected for the research presented in this article. Aquapanel cement board is chosen as the base material, then sealants are selected, namely one representative of acrylic sealants and one representative of polyurethane sealants. Primers are used for the selected sealants, which are selected on the basis of the manufacturer's recommendations. Test specimens are made of these materials, which are further tested after proper curing and conditioning. The tests are performed according to the procedures set by the European standard ČSN EN ISO 8340. Based on the test results, only polyurethane sealant can be recommended for sealing the base material presented in this research. Acrylic sealant shows excessive damage after testing.

Key words: Sealant; test specimen; cohesion; adhesion; test

1 ÚVOD

Problematika tmelení jednotlivých materiálů je i v dnešní době aktuálním tématem na poli stavebnictví. Ačkoli se touto problematikou lidstvo zabývá již tisíce let, k největšímu posunu došlo až začátkem 20. století. Tento posun má na svědomí v té době velmi rychle se rozvíjející chemický průmysl, který nám

dovolil při tmelení využít nejen přírodních materiálů, jak tomu bylo prakticky od počátků stavebnictví, ale i složité chemické sloučeniny. Díky tomuto je nyní technologie tmelení velmi propracovaná. [1] [2]

Tmelený spoj má několik funkcí. Mezi hlavní funkce tmelu pak patří zabránit vzduchu, vodě a dalším látkám před vstupem do konstrukce nebo před jejím opuštěním, umožnění určitého rozsahu pohybu podkladů, zajišťují tepelnou a zvukovou izolaci a často i přispívají k požární odolnosti konstrukce. [2]

Tmelené spoje jsou vystaveny velkému množství vnějších vlivů. Z fyzikálních vlivů lze jmenovat například teplota, UV záření, vlhkost, déšť, vítr atd. Od tmelu se očekává, že bude vůči těmto vlivům rezistentní. Pro spotřebitele je tedy důležité vybrat tmel vhodný do daných podmínek. Nicméně to není lehká disciplína. Ačkoli výrobci na tmelu uvádějí doporučení, pro jaká prostředí a materiály je tmel vhodný, ne vždy tato doporučení odpovídají skutečnosti a tmel je skutečně vhodný. Pokud tmel není vybrán správně, může dojít k degradaci tmeleného spoje a jeho porušení. Tím může dále dojít i k porušení samotné konstrukce, ve které je tmelený spoj umístěn. [3]

V tomto článku se autor konkrétně zabývá tmelení problematického materiálu, adhezí a kohezí tmeleného spoje po jeho vystavení účinkům změny teploty.

2 MATERIÁL

Pro účely výzkumu tmelů jsou vybrány dva tmely s příslušnými primery a podkladní materiál.

Podkladní materiál je volen na základě jeho problémovosti tmelení. Z tohoto důvodu je zvolen podkladní materiál na bázi cementu. Konkrétně je zvolena jako podkladní materiál cementová deska Aquapanel. Problémovost tkví ve výskytu jemných prachových částic na povrchu materiálu, které narušují soudržnost a přilnavost tmelu k povrchu. Tento problém je z části eliminován použitím základního nátěru tzv. primeru, který je nanesen na podkladní materiál.

Tmely jsou následně vybrány na základě průzkumu trhu. A to především na základě jejich dostupnosti pro koncového zákazníka ale také na základě jejich pořizovací ceny. Nedílnou součástí na základě, které jsou tmely taktéž vybírány je také doporučení výrobce k tmelení vybraného podkladního materiálu. Na základě takto zjištěných skutečností jsou vybrány dva tmely, a to tmel akrylový a tmel polyuretanový od dvou významných výrobců dodávajících tmely na český trh.

3 METODIKA

Metodika použitá pro tento výzkum tmelů vychází z platné evropské normy ČSN EN ISO 8340. Tato norma jasně definuje parametry zkušební tělesa a také samotný průběh zkoušky. Jediné, co není touto normou definováno je testovací zařízení, které bylo navrženo v předchozím výzkumu.

Zkušební těleso se skládá ze dvou podkladních destiček o půdorysném rozměru 25 x 50 mm a tloušťce 12,5 mm. Dále se skládá ze dvou dřevěných rozpěrek o půdorysných rozměrech 12 x 12 mm a výšce 50 mm. Rozpěrky a podkladní destičky spolu ohraničují prostor pro aplikaci tmelu o půdorysných rozměrech 12 x 12 mm a výšce 50 mm. Pro zkoušku je vyhotoveno pět zkušebních těles. Při jejich výrobě je třeba dbát pokynů výrobce tmelu včetně nanesení základního nátěru tzv. primeru na podkladní materiál. Dle technické normy je dále potřeba dodržet následující opatření: zkušební tělesa vyrábět při udržované teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, vyloučit tvorbu vzduchových bublin, přitlačit těsnicí tmel ke stykovým plochám podkladních těles a povrch tmelu uhladit do roviny pomocných těles a rozpěrek.

Před začátkem testování jsou zkušební tělesa uložena po dobu 28 dní při teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $(50 \pm 5) \%$, aby došlo ke správnému vyžrání tmelu. Následně musí zkušební tělesa projít tzv. kondicionováním. To znamená, uložení zkušebních těles dle předepsaného postupu. Postup uložení je následující:

- 3 dny v sušárně při teplotě $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 1 den v destilované vodě o teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 2 dny v sušárně při teplotě $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$
- 1 den v destilované vodě o teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$

Tento postup je třikrát opakován.

Tato zkouška se provádí při teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a teplotě $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Jak již bylo zmíněno výše technická norma popisuje průběh samotné zkoušky, který je následující. Nejprve jsou odstraněny dřevěné rozpěrky a zkušební těleso je vloženo do zkušebního zařízení, kde je protahováno při teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ rychlostí $(5,5 \pm 0,7) \text{ mm/minutu}$ o 25 % hodnoty původní délky. Protahování je v upínacích čelistech zkušebního zařízení při teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ udržováno po dobu 24 hodin. Po uplynutí stanovené doby se zjišťují případně vzniklé poruchy přilnavosti a soudržnosti, které se měří vhodným měřicím zařízením s přesností čtení 0,5 mm.

Zkouška při teplotě $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ probíhá obdobně jako při teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Zkušební tělesa se před samotným zkoušením uloží nejméně na 4 hodiny při teplotě $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Poté jsou při teplotě $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ rychlostí $(5,5 \pm 0,7) \text{ mm/minutu}$ protahovány ve zkušebním zařízení o 25 % hodnoty původní délky. Protahování je udržováno při teplotě $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ po dobu 24 hodin. Případně vzniklé poruchy přilnavosti a soudržnosti se zjišťují a měří vhodným měřicím zařízením s přesností čtení 0,5 mm až po vyndání zkušebních těles z chladicí komory a jejich úplném rozmrznutí.

4 VÝSLEDKY

Pro každý vybraný tmel je podrobena testování pět zkušebních těles. Hodnocení výsledků zkoušky probíhá vizuální kontrolou zkušebních těles a případně vzniklé vady soudržnosti a přilnavosti jsou přeměřeny posuvným měřítkem. Výsledky jsou zaznamenány a popsány v tabulce Tab. 4. V tabulce je popsán způsob porušení zkušebních těles a pro větší přesnost při hodnocení výsledků je pak zapsána i délka porušení tmeleného spoje.

Zkušební tělesa, u kterých nevznikla žádná porucha tmeleného spoje jsou hodnoceny jako Vydržel. Tyto zkušební tělesa jsou ve výsledkové tabulce označeny slovem žádné. Naopak zkušební tělesa, u kterých došlo k narušení tmeleného spoje mají ve výsledkové tabulce popsánu vadu tmeleného spoje, která vznikla. U tohoto zkušebního souboru vznikla pouze jedna vada, a to trhlinka mimo oblast styku tmelu a podkladního materiálu v tabulce označené zjednodušeně pouze jako vznik trhliny. Tato délka trhliny je zapsána v tabulce výsledků. Ve výsledkové tabulce Tab. 4 je u tmele B výsledek zkoušky proškrtnut, a to z toho důvodu, že došlo k úplnému odtržení tmelu od podkladního materiálu již při protahování zkušebních těles ve zkušebním zařízení.

Pod tabulkami výsledků je možno vidět fotografie zkušebních těles po zkoušení. Na Obr. 1 a Obr. 2 jsou zkušební tělesa zkoušená při teplotě $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ a na Obr. 3 a Obr. 4 jsou zkušební tělesa zkoušená při teplotě $(-20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

| Typ tmelu | Zkušební těleso č. 1 | Zkušební těleso č. 2 | Zkušební těleso č. 3 | Zkušební těleso č. 4 | Zkušební těleso č. 5 |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tmel A (polyuretanový tmel) | Žádné | Žádné | Žádné | Žádné | Žádné |
| Tmel B (Akrylový tmel) | Vznik trhliny/39 mm | Vznik trhliny/40 mm | Vznik trhliny/28 mm | Vznik trhliny/49 mm | Vznik trhliny/45 mm |

Tab. 1 Zkouška dle ČSN EN ISO 8340 při teplotě (23±2) °C

| Typ tmelu | Zkušební těleso č. 1 | Zkušební těleso č. 2 | Zkušební těleso č. 3 | Zkušební těleso č. 4 | Zkušební těleso č. 5 |
|------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Tmel A (polyuretanový tmel) | Žádné | Žádné | Žádné | Žádné | Žádné |

Tab. 2 Zkouška dle ČSN EN ISO 8340 při teplotě (-20±2) °C



Obr. 1 Tmel A, zkušební těleso 2



Obr. 2 Tmel B, Zkušební těleso 5



Obr. 3 Tmel A, zkušební těleso 1



Obr. 4 Tmel B, zkušební těleso 3

5 ANALÝZA VÝSLEDKŮ

Z tabulek výsledků je zřejmé, že tmel A testovaný jak při $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, tak $(-22 \pm 2)^\circ\text{C}$, vyhověl, protože nedošlo k porušení vazby mezi tmelem a podkladním materiálem. V samotném prostoru tmelu také nedošlo k porušení tmeleného spoje.

V případě tmelu B jsou výsledky mnohem horší. Při zkoušce při teplotě $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ se u všech pěti zkušebních těles vytvořily různě dlouhé trhliny. Vznik těchto trhlin nikoli na rozhraní tmelu a základního materiálu, ale přímo v prostoru nanášeného tmelu, je připisován nízké elasticitě tmelu po vyzrání. Při testu při teplotě $(-22 \pm 2)^\circ\text{C}$ nebylo možné tmel B vůbec hodnotit, protože tmel se při natahování vzorků ve zkušebním zařízení zcela oddělil od podkladového materiálu.

6 ZÁVĚR

I přes to, že pro tento výzkum tmelů byly vybrány dva tmely, které jsou výrobci doporučeny k tmelení vybraného podkladního materiálu, tak i přesto jeden z vybraných tmelů konkrétně akrylový tmel, jak je patrné z výsledkových tabulek nevyhověl. Oproti tomu polyuretanový tmel nevykazoval žádné vady a je tedy možno ho doporučit ke tmelení vybraného podkladního materiálu na bázi cementu, kterým je cementová deska Aquapanel.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory juniorského specifického výzkumu Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně vedeného pod označením FAST-J-22-7872 a také za podpory standardního specifického výzkumu Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně vedeného pod označením FAST-S-22-7865.

Literatura

- [1] KLOSOWSKI, Jerome, WOLF, Andreas, T. *Sealants in construction*. 2nd edition. Boca Raton: Taylorand Francis Group, 2016. ISBN 978-1-4200-1785-4. DOI: [10.1201/b18995](https://doi.org/10.1201/b18995)
- [2] PETRIE, Edward, M. *Handbook of adhesives and sealants*. New York: McGraw-Hill company, 2009. ISBN 0-07-049888-1.
- [3] LAL MITTAL, Kashmiri, PIZZI, Antonio. *Handbook of sealant technology*. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2009. ISBN 978-0-8493-9162-0. DOI: [10.1201/9781420008630](https://doi.org/10.1201/9781420008630)
- [4] CHEW, M. Z. L., ZHOU, X., TAN, S. T. On-site weathering of sealants under tropical conditions, *Construction and Building Materials*, Vol. 18, Issue 4, 2004, pp. 287-293. DOI: [10.1016/j.conbuildmat.2003.01.001](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2003.01.001)
- [5] STÖGBAUER, H., WOLF, Andreas, T. The influence of heat ageing on one-part construction silicone sealants, *Construction and Buildings Materials*. Vol. 5, Issue 1, 1991, pp. 27-32. DOI: [10.1016/0950-0618\(91\)90029-K](https://doi.org/10.1016/0950-0618(91)90029-K)
- [6] WOLF, Andreas, T. Movement capability of sealants. *Construction and Building Materials*. Vol. 5, Issue 1, 1991, pp. 127-134. DOI: [10.1016/0950-0618\(91\)90063-Q](https://doi.org/10.1016/0950-0618(91)90063-Q)
- [7] ŠLANHOF, Jiří, ŠIMÁCKOVÁ, Martina, LIŠKA, Pavel, NEČASOVÁ, Barbora. Sealing possibilities of glass fibre reinforced concrete elements and fibre - Cement facade cladding panels, *Proceedings of an International Scientific Conference in Bratislava - Construction Technology and Management CTM 2014*, pp. 447-455. Bratislava: Slovak University of Technology in Bratislava
- [8] ŠLANHOF, Jiří, LIŠKA, Pavel, NEČASOVÁ, Barbora. Evaluation of test methods for testing of sealants. *Advances and Trends in Engineering Sciences and Technologies II - Proceedings of the 2nd International Conference on Engineering Sciences and Technologies, ESaT 2016*, 2017, pp. 643-648, ISBN: 978-131539382-7. DOI: [10.1201/9781315393827](https://doi.org/10.1201/9781315393827)
- [9] ČSN EN ISO 8340 Stavební konstrukce – Těsnící hmoty – Tmely – Stanovení tahových vlastností při udržovaném protažení. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [10] Knauf [online], 2022. Praha: Knauf Praha spol. s r.o. [cit. 2022-08-12]. Dostupné z: <https://www.knauf.cz>
- [11] Den Braven [online], 2022. Úvalno: Den Braven Czech and Slovak [cit. 2022-08-12]. Dostupné z: <https://www.denbraven.cz>
- [12] Sika CZ [online], 2022. Brno: Sika CZ [cit. 2022-08-12]. Dostupné z: <https://cze.sika.com>