

TĚSNĚNÍ SPÁR PRŮMYSLOVÝCH BETONOVÝCH PODLAH JOINT SEALING OF INDUSTRIAL CONCRETE FLOORS

PETR ŽALSKÝ

U průmyslových betonových podlah je z hlediska správné funkce a z hlediska dosažení dostatečné trvanlivosti velmi důležitý návrh a provedení spár. Ve většině případů je potom nutné tyto spáry utěsnit, nebo alespoň vyplnit. Článek se zabývá materiály pro tento účel vhodnými a poukazuje na některé konstrukční zásady, které by se při aplikaci těsnícího či výplňového materiálu měly dodržet.

The design and the performance of joints is very important for the proper function and the satisfactory durability of concrete industrial floors. In most cases it is necessary to seal or to fill these joints. The article deals with sufficient materials and refers to some structural principles, which should be kept during application of sealing or filling materials.

Spáry jsou utěšňovány proto, aby nedocházelo k jejich zaplnění prachem, špinou a betonovou drtí z hran spáry, aby bylo zabráněno pronikání vody a chemikálií a v neposlední řadě také proto, aby bylo možno podlahy snadněji čistit a udržovat jejich vzhled. Dále musí těsnění tvořit výztuhu pro hranu spáry tam, kde hrozí porušení od přejíždějících vozidel a hrany nejsou chráněny ocelovými výztuhami. V některých málo náročných provozech nebo mimo oblasti dopravního zatížení někdy ani není těsnění spár nutné [2].

Mezi základní požadavky kladené na těsnící materiály patří trvanlivost, odolnost proti abrazi a dostatečná tvrnost, u spár přejížděných vozidly také vysoká pevnost. Spáry musí být schopné se přizpůsobit dodatečnému rozevření po jejich utěsnění. Z tohoto důvodu je nutné znát, jak

velké rozevření spáry lze po jejím utěsnění ještě očekávat. U běžných betonových a drátkobetonových podlah, které mají smršťovací spáry rozmístěny zhruba po 5 až 10 m, lze při smrštění 0,3 až 0,4 ‰ očekávat celkové rozevření spár od 1,5 do 4 mm. Těsnící materiály se většinou aplikují minimálně měsíc po vybetonování, do té doby proběhne zhruba 30 až 50 % z celkového smrštění podlahy. Dodatečné rozevření spáry po aplikaci těsnícího materiálu tedy bude 1 až 3 mm a pokud je spára propojena výztuží, bude dodatečné rozevření ještě menší.

V závislosti na způsobu vytvrzování lze těsnící tmely rozdělit na jednosložkové a dvousložkové (vícesložkové). Tmely jednosložkové dosahují svých konečných vlastností díky přítomnosti vzduchu nebo vlhkosti vzduchu, zatímco dvousložkové tmely nabudou konečných vlastností smísením jednotlivých složek.

V podlahářství se tmely často dělí na **pružné, polotuhé a tuhé**. V zásadě pak platí, že pružné tmely připouštějí velké deformace (i 100 až 200 %), mají nižší pevnost i soudržnost s podkladem a obtížně se povrchově upravují (natírají). Tuhé tmely mají víceméně opačné vlastnosti, neboť připouštějí malé deformace (2 až 5 %), mají vysokou pevnost i soudržnost s podkladem a většinou se i snadno natírají. Tmely polotuhé jsou potom jakýmsi kompromisem mezi předchozími skupinami.

Poznamenejme, že ideální těsnící materiál určený pro průmyslové podlahy pojížděné vozidly by měl být pružný, pevný, soudržný s podkladem, snadno natíratelný, chemicky a požárně odolný a dlouhodobě trvanlivý. Bohužel takový materiál dosud neexistuje.

Kromě již zmíněných tmelů se pro těsnění spár používají i za tepla zpracovávané materiály, např. asfalt a dehet. Tyto materiály ovšem mají příliš negativních vlastností (připouštějí pouze malé deformace, mají nízkou pevnost, soudržnost s podkladem, chemickou i požární odolnost i trvanlivost, nelze je natírat a obtížně se aplikují do užších spár), díky nimž je nelze i přes jejich nízkou cenu doporučit.

Poslední, nepříliš často používanou variantou těsnění jsou pryžové popř. neoprénové předem lisované profily, které se do spár zatlačují. Tyto profily nejsou příliš tuhé, nedají se natírat a připouštějí středně velké deformace, jejich jedinou výhodou je, že mohou být zatěžovány okamžitě po aplikaci. Proto se tyto profily někdy používají jako dočasné těsnění, které je v budoucnu nahrazeno některým z kvalitnějších typů.

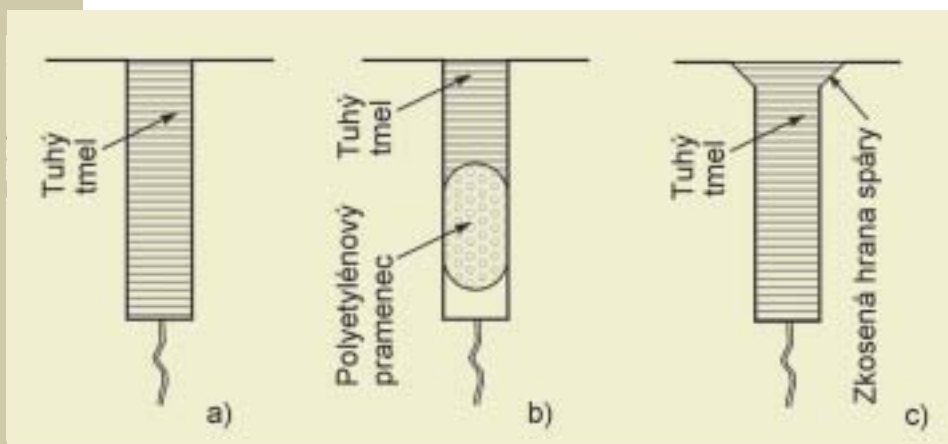
Tabulka 1 orientačně shrnuje základní vlastnosti běžných těsnících a výplňových materiálů určených pro průmyslové betonové podlahy.

Těsnící materiály musí být aplikovány do dokonale čistých spár zbavených jakýchkoliv nečistot, prachu, betonové drtě atd. Pro zajištění dostatečného přilnutí těsnícího materiálu ke stěnám spáry je nutné před aplikací některých materiálů penetrovat podklad. Aby při provádění těsnění nedocházelo k vylití těsnícího materiálu na povrch podlahy v okolí spáry, kde při přejezdu vozidel vzniká potenciální místo poruch, je vhodné na povrch v okolí spáry nalepit ochranné pásky, které se po aplikaci a zarovnání těsnícího materiálu sejmou (i s případným vyhrězlým tmelem).

Pokud se trvalý těsnící materiál do spáry neaplikuje ihned po jejím vytvoření (proříznutí), musí se i vnitřní strany spáry ošet-

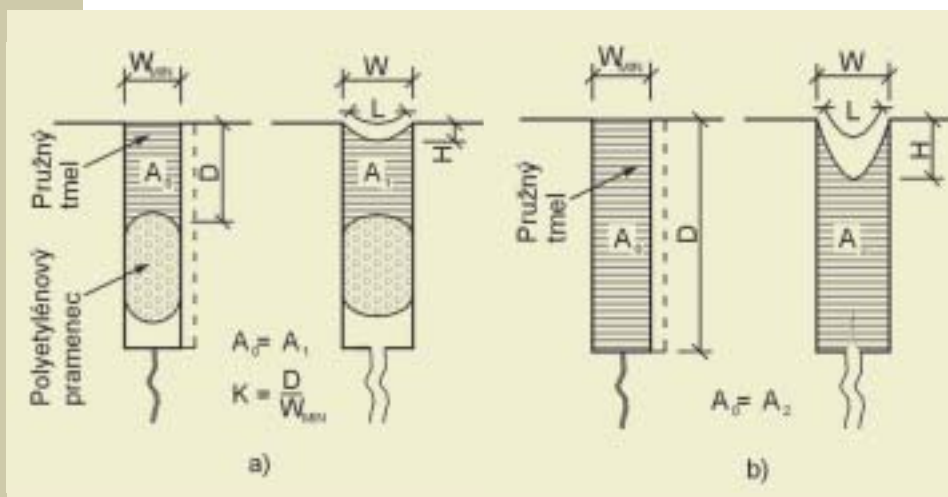
Tab. 1 Orientační vlastnosti těsnících materiálů
Tab. 1 Basic properties of sealing materials

| Těsnící materiály | Připustné přetožení | Životnost | Natíratelnost | Odolnost proti dopravě | Chemická odolnost | Provozní teplota [°C] | Poznámka |
|---------------------|---------------------|---------------|---------------|------------------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|
| polysulfidy | ± 50 % | 5 až 20 let | možná | nízká | střední | -30 až +65 | po aplikaci se smrští |
| polyuretany | ± 5 až 25 % | 5 až 20 let | dobrá | vysoká | střední | -40 až +80 | odolné proti abrazi |
| silikony | ± 50 % | 20 let i více | špatná | nízká | střední | -50 až +160 | pro podlahy nevhodné |
| pryskyřice, epoxidy | ± 5 až 20 % | | možná | střední | | | |
| akrylátové tmely | ± 5 až 25 % | 5 až 20 let | možná | vysoká | | | nižší abrazivní odolnost |
| asfalt, dehet | ± 12 % | 3 až 10 let | špatná | nízká | nižší | | ne pro úzké spáry |
| pryžové profily | ± 50 % | do 20 let | možná | střední | střední | -40 až +80 | často jako dočasné |

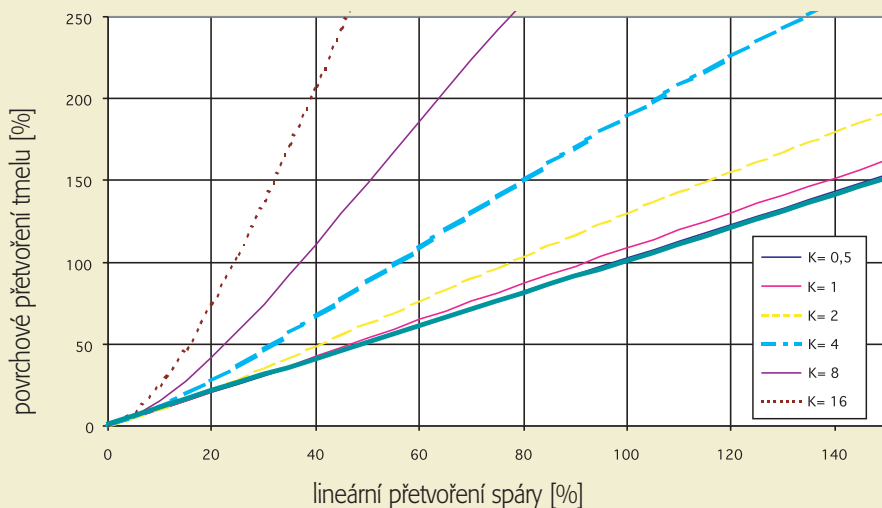


Obr. 1 a) správné, b) a c) nesprávné provedení tuhého těsnění spáry
Fig. 1 a) proper, b) a c) improper performance of the rigid joint sealing

Obr. 2 a) správné b) nesprávné provedení pružného těsnění spáry
Fig. 2 a) proper b) improper performance of the elastic joint sealing



Obr. 3 Závislost přetvoření povrchové vrstvy pružného tmelu na přetvoření spáry
Fig. 3 The deformation of surface layer of elastic sealant in relation to the deformation of joint



řovat proti nadměrnému vysychání vtačením vlhkého provazce nebo vspáním vlhkého písku, případně vyplněním spáry dočasným těsněním.

V některých případech může mít tmel vyšší pevnost i soudržnost s podkladem než okolní beton. Toho je třeba se vyvarovat, neboť potom i při malých vodorovných deformacích dochází v betonu ke vzniku trhlin umístěných paralelně se spárami.

Pro spáry zatěžované tvrdými koly se jako těsnící materiál používají **tuhé a polotuhé tmely**, což mohou být polyuretany, akryláty, lité epoxidy, pryskyřice nebo i polysulfidy. Tyto materiály sice připouštějí pouze malé deformace, jejich maximální protažení se pohybuje kolem 2 až 25 % (běžné provozní hodnoty 1 až 10 %), díky své tuhosti však tvoří výztuhu hran spáry. Výplně se musí aplikovat co nejdříve (min. 90 dnů po betonáži), aby větší část smrštění desek již proběhla. Pokud se tak neučiní, je velmi pravděpodobné, že do jednoho roku dojde k poruše v těsnění spáry. Z tohoto důvodu se spáry často nejprve dočasně vyplní některým z pružnějších těsnících materiálů a teprve po jednom až dvou letech se dočasné těsnění odstraní, spára se začistí a aplikuje se tuhý tmel.

Řezané spáry je třeba tuhými a polotuhými tmely vyplňovat celé (obr. 1a), aby se zatížení od přejíždějících vozidel přeneslo tmelem až do paty spáry a nedocházelo k postupnému zatlačování těsnění do spáry (obr. 1b). Zkosení hran spáry se nedoporučuje, neboť vozidla potom snadněji vytlačují tmel ze spáry na povrch a dochází tak k narušení spojitosti povrchu podlahy (obr. 1c). Je-li těsnění prováděno do spáry probíhající celou výškou podlahy, musí se podepření tmelu patou spáry nahradit jiným způsobem, nejlépe zvětšením hloubky, do které se těsnící materiál aplikuje. Díky větší postranní kontaktní ploše tmelu s betonem dojde ke zvýšení odolnosti tmelu proti zatlačení. Všeobecně se za postačující považuje hloubka rovná dvojnásobku až trojnásobku šířky spáry, ne však méně než 50 mm.

Tam, kde je těsnění požadováno pouze jako ochrana proti pronikání vody nebo z důvodu ochrany před prachem, lze použít měkké **pružné tmely** nebo pryže. Trvanlivější jsou polysulfidy a tvarované neoprénové pásky. Pro úzké spáry, které mají být úhledné, jsou možné i silikonové tmely.

Při použití těchto tmelů je třeba spodní část těsněné spáry (zvláště jedná-li se

o řezanou spáru indukující trhlinu) nejprve vyplnit polyetylenovým pramencem nebo páskem, který zabrání přilnutí těsnícího materiálu ke spodní straně drážky (obr. 2a). Toto opatření zabrání porušení těsnění na spodní straně při opakovaných deformacích spáry (obr. 2b). Průměr polyetylenového pramence by měl být přibližně o 25 až 33 % větší, než je šířka spáry. Pouze tak bude pramenec dostatečně těsnit.

Při výběru těsnícího materiálu je třeba si uvědomit, že přetvoření povrchové vrstvy tohoto těsnění není stejné jako přetvoření (rozevření) spáry. Na základě rozsáhlých laboratorních testů rozpracoval podrobně E. Tons zásady použití elastoplastických tmelů [1]. Vychází z předpokladu potvrzeného zkouškami, že deformace povrchové vrstvy tmelu je větší než deformace samotné spáry, neboť deformace povrchové vrstvy tmelu má parabolický charakter. Vzájemný vztah mezi poměrným přetvořením spáry $100 (W-W_{MIN})/W_{MIN}$ a poměrným přetvořením povrchové vrstvy tmelu $100 (L-W_{MIN})/W_{MIN}$ při různých poměrech K (poměr hloubky vyplnění spáry D k po-

čáteční šířce spáry W_{MIN} – označení veličin viz obr. 2) je znázorněn v grafu na obr. 3.

Je zřejmé, že při malých hloubkách vyplnění není nárůst přetvoření tmelu vůči přetvoření spáry výrazný. Hloubka vyplnění spáry pružnými tmely nemá překročit dvojnásobek šířky spáry a doporučuje se, aby nebyla větší než šířka spáry. Těsnící materiál tak bude účinnější a navíc se i ušetří.

Ve všech případech by se měl výrobce podlahy předem informovat o sortimentu a vlastnostech nabízených těsnění a tomu přizpůsobit tvar a hlavně šířku spáry. A opačně, tvaru spáry je třeba přizpůsobit těsnící materiál. Těsnění spár není věčné, a proto je třeba provádět pravidelné prohlídky a údržbu spár. Trvanlivost těsnění nezávisí pouze na kvalitě použitého materiálu, ale též na způsobu a preciznosti provedení. Při provádění je třeba dodržovat obecné konstrukční a technologické zásady a doporučení výrobce. Jedině při splnění všech těchto zásad lze dosáhnout kvalitního utěsnění spár s maximální trvanlivostí a bez zbytečných nároků na dodatečné opravy.

Literatura:

- [1] Hošek J.: Nauka o materiálech 27: Materiály a technologie pro rekonstrukce staveb, 2. vydání, Vydavatelství ČVUT Praha, 2001, s. 84–88, ISBN 80-01-02291-9
- [2] Technical Report No 34: Concrete Industrial Ground Floors, 2. ed., The Concrete Society, 1994, ISBN 0-946691-49-5
- [3] Department of the army: Technical Manual 5-805-6: Joint Sealing for Buildings, Washington DC, 1994
- [4] Metzger S.: A closer look at industrial floor joints, The Aberdeen Group, 1996 (přístupné na www.worldofconcrete.com)

Ing. Petr Žalský
Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
e-mail: petr.zalsky@atlas.cz

FRANTIŠEK ČÍŽEK

Studoval jsem inženýrské stavitelství v letech 1948 až 1953, kdy jsme měli po ruce jen málo studijních podkladů. Existovalo sice několik skript, ale chtěl-li si tehdejší "posluchač inženýrského stavitelství" rozšířit svoje znalosti nad obsah běžných, i když vesměs vynikajících přednášek, nebylo to jednoduché. Proto jsme hledali, kde co bylo u nás vydáno v minulosti. Pamatuji se dobře, že zdrojem poučení byly dvě knížky pana Ing. Františka Čížka Řešení patrových rámců metodou deformační a Kroucení rámových průvlaků. Byly srozumitelné a byly vynikajícím doplňkem přednášek profesorů Václava Daška a Zdeňka Bažanta. Ne každý ty publikace vlastnil, sháněli jsme je po antikvariátech a navzájem si je půjčovali. Dnes bychom je jednoduše naskenovali nebo oxerovovali... Mnoho řešení uvedených v těch dvou knížkách zvládne dnes ovšem hravě kdekerý software. Jak se doba změnila!

Postavení statiky v našem oboru se ale nemění – je stále nutným nástrojem projektování stavebních děl, inženýr a stavitel nesmí opomenout hru sil v konstrukci a nesmí podcenit její přetváření. Bohužel se ale při tom často zapomíná na význam bezpodmínečného zapojení statiky do inženýrského myšlení. Setkáváme se běžně se statiky, kteří si hledí jen svého výpočtu, nestarají se o konstrukční materiál, drží se jen norem a tabulek a sypou data do výpočtu, aniž by se podívali na výsledek kritickým okem. Často činí závěry, které nerespektují nejen skutečnou povahu stavební konstrukce



a povahu zatížení, jež na ni působí, ale také nerespektují architektonické ztvárnění díla a postupy jeho zhotovení. A co navíc – nerespektují dopady, které má uspořádání nosného systému na ekonomii stavby.

Význam inženýrského myšlení je z mnoha hledisek zdůrazněn v pamětním spise vydaném ke 100. výročí narození Ing. Františka Čížka, a to v jeho vzpomínkách a také ve třech autorských předmluvách k jeho dílům. Mimořádně pozoruhodná je zejména předmluva ke knize o deformační metodě, kterou František Čížek napsal ve svých třiceti letech. Tato předmluva ukazuje nejen vyspělost myšlení velice mladého muže, ale dokumentuje také úroveň českého inženýrského vzdělání v těch dobách. Pozoruhodné jsou i ostatní stati, v nichž je mnoho úvah věnováno koncepčnímu přístupu inženýra-statika k návrhu konstrukce a také jeho spolupráci s architektem. Autorovy názory na prefabrikaci, výškové budovy, různé konstrukční systémy, použití stavebních materiálů jsou tak zajímavé a přitom poutavě napsané, že mohou být zdrojem podnětů i dnešním inženýrům v jejich práci.

Vydání pamětního spisu je záslužný čin. Připomnělo jednak vynikajícího, byť skromného českého inženýra, jednak svízelnou dobu, kterou prošlo naše stavební inženýrství v minulém století. Naším čtenářům doporučujeme věnovat čas jeho přečtení nebo spíše prostudování. Nebude to čas ztracený.

Prof. Ing. Milík Tichý, DrSc.