

Mladá veda

Young Science



Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 2, ročník 12., vydané v júni 2024

ISSN 1339-3189, EV 167/23/EPP

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Èze, Francúzsko. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

prof. Ing. Peter Adamišin, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

Mgr. Jakub Köry, PhD. (School of Mathematics & Statistics, University of Glasgow, Glasgow)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

Mgr. Monika Šavelová, PhD. (Katedra translitológie, Univerzita Konštantína Filozofa, Nitra)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

Mgr. Michal Garaj, PhD. (Katedra politických vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava)

REDAKCIA

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Banícke múzeum, Rožňava)

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

SANAČNÉ TECHNOLOGIE PRE TRHLINY V LIATEJ PODLAHE

REHABILITATION TECHNOLOGIES FOR CRACKS IN THE CAST FLOOR

Patrik Šťastný¹, Nad'a Antošová¹, Oskar Stratený¹

Patrik Šťastný pôsobí ako výskumný pracovník na Katedre technológie stavieb Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Vo svojom výskume sa venuje analýze vybraných protivlhkostných sanačných technológií a všeobecne sa zameriava na patológiu stavieb a vznik a sanáciu porúch konštrukcií z technologického hľadiska. Aktuálne je riešiteľom dvoch národných projektov. Nad'a Antošová pôsobí ako docentka na Katedre technológie stavieb Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. V rámci svojho pôsobenia je garantom viacerých predmetov a zameria sa najmä na patológiu stavieb, oblasť súdneho zneuctva a technológie stavebných procesov. Oskar Stratený je študentom 2. ročníka inžinierskeho štúdia odboru Technológia stavieb. Sanáciou trhlín v liatych podlahách sa zaoberal v rámci študentskej vedeckej konferencie. Na túto tému by chcel zároveň nadviazať aj v budúcnosti, či už pokračovaním v štúdiu, alebo priamo v praxi.

Patrik Šťastný works as a researcher at the Department of Building Technology of the Faculty of Civil Engineering of the Slovak Technical University in Bratislava. In his research, he is devoted to the analysis of selected anti-humidity remediation technologies and generally focuses on the pathology of buildings and the emergence and remediation of construction failures from a technological point of view. He is currently the manager of two national projects. Nad'a Antošová works as a lecturer at the Department of Building Technology of the Faculty of Civil Engineering of the Slovak Technical University in Bratislava. As part of her activity, she is the guarantor of several subjects and will focus mainly on the pathology of buildings, the field of forensic science and technology of construction processes. Oskar Stratený is a 2nd-year engineering student in the field of Building Technology. He dealt with the repair of cracks in cast floors as part of a student scientific conference. At the same time, he would like to follow up on this topic in the future, either by continuing his studies or directly in practice.

Abstract

The subject of this article is an assessment of the origin, a description of the diagnosis and classification of these cracks, and a subsequent description of possible rehabilitation technologies for the therapy of cracks in cast floors. The article describes several main

¹ Adresa pracoviska: Ing. Patrik Šťastný, PhD., doc. Ing. Nad'a Antošová, PhD., Bc. Oskar Stratený, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Radlinského 11, 810 05, Bratislava
E-mail: patrik.stastny@stuba.sk, nada.antosova@stuba.sk

remediation methods that enable effective remediation of cracks and ensure the long-term functionality of the floor and divides them into radical and conservative methods.

Key words: remediation, crack therapy, cast floors

Abstrakt

Predmetom tohto článku je posúdenie vzniku, opis diagnostiky a zatriedenia týchto trhlín a následné opísanie možných sanačných technológií na terapiu trhlín v liatych podlahách. Článok opisuje niekoľko hlavných sanačných metód, ktoré umožňujú efektívnu sanáciu trhlín a zabezpečujú dlhodobú funkčnosť podlahy a rozdeľuje ich na radikálne a konzervatívne metódy.

Kľúčové slová: sanácia, terapia trhlín, liate podlahy

Úvod

Tento článok komplexne popisuje vlastnosti trhlín a prasklín v liatych podlahách. Príspevok sa okrem pojmu trhliny zaoberá aj príčinami ich vzniku a možnosťami terapií. Cieľom tohto príspevku je výber najefektívnejšej terapie na opravu liatych podláh. Pre výber správnej technológie a následnej materiálovej bázy je potrebné podrobné preskúmanie trhlín.

Trhlina je pojem pre úplné alebo čiastočné rozdelenie betónu alebo muriva na dve, alebo viac častí spôsobené zlomením, alebo prasknutím. Veľká časť trhlín v stavebníctve je spôsobená vonkajšími silami, ktoré sú väčšie ako tie, ktoré dokáže konštrukcia zniesť. [1] Trhliny sú bežným javom v stavebníctve, ktorému nie je možné sa bezprostredne vyhnúť, avšak je potrebné ho natoľko obmedziť, aby nespôsobil vážnejšie problémy v stavebnej konštrukcii. Pri trhlínach v betóne to môže byť napríklad voda s obsahom soli, ktorá pri kontakte s výstužou môže spôsobiť jej koróziu. Vplyv korózie na výstuž môže mať za následok stratu jej pevnosti a únosnosti.

Príčina vzniku trhlín

Trhliny sa vyskytujú v priebehu času takmer vo všetkých betónových konštrukciách. Trhliny sa líšia hĺbkou, šírkou, smerom, vzorom, umiestnením a príčinou vzniku. [2] Trhliny sledujú najslabšie miesta v betóne a ich vznik nastáva práve vtedy, keď sú prekročené niektoré z ich vlastností. Podľa príčiny môžeme trhliny zatriediť na základe toho, či vznikli počas tuhnutia, vtedy sa bavíme o plastických trhlínach, alebo vznikli až po zatvrdnutí, vtedy ich možno nazývať vytvrdené. [3]

Plastické trhliny môžu vzniknúť napríklad pohybom konštrukcie počas tvrdnutia betónu, pri zmršťovaní, pri nedodržaní technologických postupov práce s čerstvým betónom alebo pri nesprávnom ošetrovaní betónu.

Vytvrdené trhliny sú trhliny, ktoré vznikli po zatvrdnutí betónu. [2] Za tieto trhliny môžu byť zodpovedné fyzikálne napätia, chemické pôsobenie, náhle teplotné zmeny, požiar alebo nehoda. Častým problémom vzniku trhlín po zatvrdnutí betónu je jeho nadmerné zaťaženie počas užívania. Príčinám vzniku trhlín sa venuje autor Fred Goodwin v článku *Concrete Cracks: Causes, Correcting, and Counting*. [3]

Trhliny vznikajúce pri zmršťovaní sa začínajú vytvárať, keď betón stráca svoju vodu, najčastejšie ide o vlasové trhliny, ktoré sú zvyčajne široké menej ako 0,08 mm. Tieto trhliny

sú často rovné alebo roztrhané, tvoria sa na náhodných miestach, ale môžu sa objaviť aj ako praskliny na povrchu stien a dosiek.

Trhliny, ktoré vznikajú pri zmršťovaní sa začínajú vytvárať vtedy, keď betón náhle stratí hydratačnú vodu, čo môže mať za následok nedodržanie technologického postupu ošetrovania betónu. [4]

Prejav trhlín

Jav, pri ktorom vznikajú trhliny pri technologických chybách počas realizačnej fázy, vedie k plytkým trhlinám rôznej hĺbky a šírky. Vznikajú môžu napríklad vtedy, ak dochádza k rýchlejšiemu odparovaniu vody z betónu, ktoré môže byť spôsobené jeho nesprávnym ošetrením po realizácii. Tvar týchto trhlín môže byť polygonálny, čo pripomína tvar pavučiny alebo rozbitého skla. Tieto trhliny môžu byť okrem povrchových taktiež aj rozpojovacie.



Obr. 1 – Prejav technologických trhlín [5]

Zdroj: autori

Naopak statické trhliny majú prevažne dlhšie tiahnuce sa rozmery. Statické trhliny môžeme rozdeliť na trhliny vzniknuté z dôvodu prekročenia pevnosti v ťahu, v tlaku, v šmyku alebo vzájomným posunom. Pri tomto skúmaní je potrebné sledovať ich ohraničenie, okraje alebo rozdrvenie betónu v okolí.



Obr. 2 - Prejav statických trhlín [6]

Zdroj: autori

Diagnostika trhlín a ich zatriedenie

Diagnostika trhlín vo všeobecnosti znamená vykonanie vyšetrenia stavu trhlín prostredníctvom prieskumu na mieste a komplexnú analýzu skúmaných údajov s cieľom odhadnúť príčinu. [7]

Pre zatriedenie trhlín podľa rôznych kritérií je potrebné preskúmanie miesta, na ktorom sa nachádzajú trhliny vizuálnou kontrolou. Vizuálna kontrola priamo na mieste znamená vykonanie prieskumu s cieľom určenia vzoru, umiestnenia, hĺbky a šírky trhlín. Okrem vizuálnej kontroly je potrebné preskúmanie dokumentov súvisiacich so stavbou ako napríklad stavebného denníku, výkresovej dokumentácie, či záznamy o poruchách a opravách. [7]

a) Zatriedenie trhlín z hľadiska hĺbky

Trhliny z hľadiska hĺbky rozdeľujeme do dvoch kategórií. Medzi povrchové zaradíme tie, ktoré sa nachádzajú iba v blízkosti povrchu, na rozdiel od rozpojovacích trhlín, ktoré prechádzajú celým prierezom. Pokiaľ to skúmaná konštrukcia umožňuje je potrebné skontrolovať okrem podlahy taktiež aj stropnú dosku zo spodnej strany.

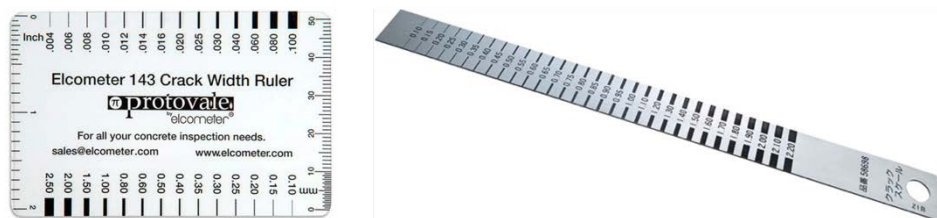
b) Zatriedenie trhlín z hľadiska priebehu

Pri trhlínach, ktoré môžu mať za následok prekročenie niektorých z fyzikálnych pevností, napríklad pevnosti v ťahu, tlaku, v šmyku alebo vzájomnému posunu je potrebné sledovať priebeh trhlín. Na trhlínach sa sledujú okraje trhlín, či sú hladké alebo rozdrvené. Taktiež sa sleduje celkový priebeh trhliny na základe šírky, rozvetvenia alebo okolitého materiálu.

c) Zatriedenie trhlín z hľadiska šírky

Z hľadiska šírky sa trhliny v betónových konštrukciách delia do štyroch kategórií na trhliny vlasové (šírky do 0,2 mm), tenké (šírky od 0,2 mm do 1,5 mm), hrubé (šírky od 1,5 mm do 3,0 mm) a praskliny (šírky nad 3 mm). [8]

Pri meraní šírky je možné použitie rôznych variácií pravítok, či už plastových (obr. 3 a.) alebo oceľových (obr. 3 b.). Šírka trhliny môže byť meraná s presnosťou až na 0,1 mm za predpokladu, že budeme postupovať veľmi precízne, ale aj napriek tomu ide pri určovaní šírky o veľmi subjektívne meranie. [2]



Obr. 3 – a) Plastové pravítko, b) Oceľové pravítko [9, 10]
Zdroj: autori

d) Zatriedenie trhlín z hľadiska prostredia vo vnútri trhlín

Na základe výskytu vody v trhline, je možné trhliny rozdeliť do 4 kategórií. Trhliny, ktoré sú charakteristické suchými okrajmi, bez možnosti prístupu vody sú nazývané suché (S). Trhliny, ktoré vykazujú vlhšie okraje betónu v oblasti trhliny, sú bez viditeľného vytekania

vody, avšak je viditeľný náznak vytekania vody v minulosti sa zaraďujú medzi vlhké (V). Mokrú (M) trhlinu sú vyplnené stojacou vodou vo vnútri trhliny, ktorá z trhliny kvapká. Trhlinka vyplnená tečúcou vodou (TV) je charakteristická súvislým vytekaním vody z trhliny.

Sanácia trhlín

Sanácia je v stavebníctve vo všeobecnosti stavebná úprava, ktorá sa zameriava na opravu a zabezpečenie bezchybnosti stavebnej konštrukcie. Ide o spôsob liečby poškodených konštrukcií, tak aby spĺňala bezpečnostné a kvalitatívne požiadavky. Výberom najvhodnejšej metódy opravy trhlín môže priniesť výsledky, ktoré sa zobrazia v podobe dlhšej životnosti, ušetria veľa času, peňazí a úsilia. [11]

Pri oprave sledujeme viaceré ciele, medzi ktoré patrí uzavretie a utesnenie trhliny, vytvorenie pevného spoju, ktorý obnoví pôvodnú tuhosť prvku, ale aj vytvorenie pružného spojenia pri aktívnych trhlínach. [12] Pre výber najvhodnejšej terapie je potrebné zvoliť taký typ sanácie, ktorý je možné pre trhlinu v danom mieste a s danými vlastnosťami použiť. Pre sanáciu trhlín existuje aktuálne viacero rôznych technológií, ktoré sa líšia spôsobom realizácie alebo použitými materiálmi.

a) Sanácia trhlín podľa technológie realizácie

Podľa technológie realizácie sanácie trhlín je možné postupovať tromi spôsobmi. Pred použitím každého zo spôsobov je potrebné trhlinu očistiť stlačeným vzduchom alebo priemyselným vysávačom. Tým dôjde k odstráneniu materiálov nachádzajúcich sa v trhlíne. Prachové častice môžu nesprávne vplyvať na použitý materiál.

Prvým postupom je zatieranie, pri ktorom dochádza k zatretiu povrchu trhliny pomocou špachtle, valčeka alebo štetca a ich následnom začistení. Túto technológiu je možné použiť pri plytkých, povrchových, trhlínach so šírkou trhliny do 0,2 mm.

Druhým postupom je zalievanie, pri ktorom sa pomocou gravitačných síl zalievajú trhliny tekutým plnivom. Pri tomto postupe je potrebné zaplnenie trhlín do hĺbky 5 mm alebo do 15-násobku šírky trhliny.

Tretím spôsobom je injektáž, pri ktorej sa materiál dostáva do praskliny, dutiny, pomocou injektážneho zariadenia, ktoré vyvíja tlak. Tento spôsob sa používa hlavne pri veľkých šírkach trhliny. Pred samotnou injektážou je potrebná penetrácia alebo navlhčenie trhliny.

b) Sanácia trhlín podľa použitého materiálu

Na sanáciu trhlín je možné použiť viaceré materiály, medzi ktoré patrí napríklad epoxid, polyuretán, polyuretánová pena alebo cementová malta.

Pri povrchových trhlínach menších širok (do šírky 0,2 mm) sa používa práve epoxid, ktorý môže byť aplikovaný všetkými technológiami spomenutými vyššie. Epoxid je používaný pri pevnostnom spojení trhlín ľubovoľného priebehu.

Materiál na báze polyuretánu sa používa pri trhlínach šírky od 0,2 mm. Pri použití tohto materiálu dochádza k vytvoreniu pružného spoja trhlín.

Materiály s cementovou maltou je možné taktiež aplikovať všetkými technologickými spôsobmi. Technológiou zatierania týmto materiálom sa liečia menšie trhliny do šírky 0,2 mm. Naopak technológiou zalievania sa liečia povrchové aj rozpojovacie trhliny, ktoré majú

šírku viac ako 3,0 mm. Injektážou cementovej malty docielime pevnostné vyplnenie povrchových a rozpojovacích trhlín. Táto technológia s týmto materiálom sa používa na terapiu trhlín od šírky 1,50 mm. Injektáž cementovou suspenziou CIS sa používa na vysokopevnostné vyplnenie pasívnych alebo aktívnych povrchových i rozpojovacích trhlín do šírky 0,3 mm.

Záver

V príspevku boli okrem teoretického popísania prejavov a príčin vzniku taktiež uvedené spôsoby diagnostiky, a následnej sanácie. Tento príspevok tvorí len akýsi úvodný vstup do problematiky, na ktorý sa následne nadviaže prípadovými štúdiami, kde budú predmetné technológie skúmané in situ, resp. budú porovnávané z pohľadu rôznych aspektov akými sú životnosť, cena, prácnosť a podobne.

Je potrebné venovať sa problematike diagnostiky trhlín a návrhu vhodných sanačných technológií, ako aj miere ich účinnosti, nakoľko je tento problém značne rozšírený a táto téma sa dá považovať za veľmi aktuálnu.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
Ing. Martin Hanko, PhD.*

Použitá literatúra

1. BANO, S., JAISWAL, G., KUMAR, R., TIWARI, A. Karthikeyan, M., *Experimental Study on the Crack Repair Techniques of Concrete Structures: A Case Study*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, National Conference on Structural and Geotechnical Engineering. National Institute of Technology Jamshedpur, India, 2022
2. MUNZNI K. B., SOLANKI K. L., VIDYARTHI U S, *Crack Pattern an Indicator and Type of Distress in Concrete Structures: A Compilation of Causes, Measurement and Solution*, International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology, India, 2023.
3. WINTERBOTTOM G., GOODWIN F., *Concrete cracks: Causes, correcting, and coating*, The Journal of Physical Chemistry Letters, USA, 2005.
4. www.nachi.org, International Association of Certified Home Inspectors [online, prístupné dňa 15.4.2023] dostupné na: <https://www.nachi.org/shrinkage-cracks-in-concrete.htm>
5. www.andersal.com.au, Andersal, [online, prístupné dňa 15.4.2023] dostupné na: https://i0.wp.com/www.andersal.com.au/wp-content/uploads/shutterstock_300333824.jpg?w=1080&ssl=1
6. www.waterstopsolutions.com.au, Waterstop Solutions, [online, prístupné dňa 15.4.2023] dostupné na: <https://waterstopsolutions.com.au/wp-content/uploads/2020/06/Cracked-concrete-slab-in-garage-Photo-by-Waterstop-Solutions.png.webp>
7. JUNG S., LEE S., YU J., *Ontological Approach for Automatic Inference of Concrete Crack Cause*, Applied Sciences, Kórea, 2020.
8. STN EN 13670: 2009 Zhotovovanie betónových konštrukcií
9. www.elcometer.sk, Gamin s.r.o., [online, prístupné dňa 15.4.2023] dostupné na: https://www.elcometer.sk/fileadmin/user_upload/Elcometer_143_Pravitko_na_mereni_trhlin_v_betonu.jpg
10. www.amazon.com, Amazon.com, [online, prístupné dňa 15.4.2023] dostupné na: <https://www.amazon.com/GLTL-Feeler-Measure-measurement-Stainless/dp/B0871LRHLX?th=1>

11. GOLEWSKI L. G., *The Phenomenon of Cracking in Cement Concretes and Reinforced Concrete Structures: The Mechanism of Cracks Formation, Causes of Their Initiation, Types and Places of Occurrence, and Methods of Detection—A Review*, Buildings, Poľsko, 2023.
12. BILČÍK, Juraj – DOHNÁLEK, Jiří.: *SANACE BETÓNŮVÝCH KONSTRUKCÍ*. Bratislava: Jaga Media, 2003. 95 s. ISBN 80-88905-24-9

Mladá veda

Young Science

ISSN 1339-3189