

VÁPENNÉ VÝKVĚTY

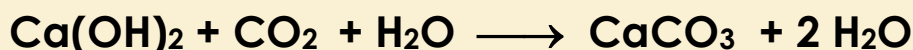
Tento text se zabývá pouze vápennými výkvěty na povrchu betonu nebo povrchu betonových výrobků, které jsou určeny pro venkovní použití. Je-li beton vystaven venkovnímu prostředí, tak může mít hmotnostní nasákavost nejvýše 7,5 %. Je-li beton vystaven navíc mrazu, tak musí být zhotoven z betonu třídy nejméně C30/37 a může mít hmotnostní nasákavost nejvýše 7,0 %. Je-li beton vystaven mrazu a působení posypových solí, tak musí být zhotoven z betonu třídy nejméně C35/45 a může mít hmotnostní nasákavost nejvýše 6,0 % a beton. Před zjišťováním příčin vápenných výkvětů je tedy nutné zjistit hmotnostní nasákavost betonu, z něhož je výrobek vyroben. Pokud beton minimální požadavky na hmotnostní nasákavost nespĺňuje, tak nemá smysl problém výkvětů řešit, protože prioritně je nutné řešit nedostatečnou pevnost a hutnost betonu.

Problém vápenných výkvětů na betonových výrobcích je stále velkým problémem všech výrobců i uživatelů betonových výrobků. Výskyt vápenných výkvětů je nejčastějším předmětem reklamací ze strany uživatelů betonových výrobků. Běžně se vápenné výkvěty prezentují jako jev, který nemá žádný vliv na užité vlastnosti výrobků, a jedná se pouze o doprovodný jev zrání betonu a je dočasnou estetickou vadou. U řady koncových uživatelů představuje tato estetická vada závažný problém, ne-li rozhodující při rozhodování, zda si betonové výrobky zakoupí. O tom, že výskyt vápenných výkvětů nemá vliv na užité vlastnosti betonových výrobků, se zmiňují evropské technické formy platné pro betonové zboží. Technické normy se ale nezabývají formou vápenných výkvětů, ale pouze se omezují na konstatování, že „pokud se objeví výkvěty, nemá to vliv na technické vlastnosti dlažebních bloků a nepovažuje se to za významné“. Toto platí pro výskyt primární formy vápenných výkvětů i pro výskyt jejich sekundární formy. Otázkou je, co se považuje za užité vlastnosti, protože pro mne je vzhled podstatný a považuji ho za vlastnost velmi podstatnou a součástí užité vlastnosti. Problémem je také to, že předpokládané spontánní vymizení výkvětů je v horizontu několika roků, což může nastat až po záruční době.

Tvorba vápenných výkvětů bývá paušálně dávána za vinu výrobcům, ale jejich tvorba může být zaviněna nikoliv vlastními výrobky, ale také špatným zabudováním výrobků a nerespektováním základních stavebních zásad. Vápenné výkvěty zaviněné špatným zabudováním nebo užíváním stavební betonových výrobků mají přitom převahu. Je to asi způsobené úrovní provádění stavebních prací zvláště u malých staveb. Přitom chybné provedení stavebních prací má velmi často na svědomí to, že se musí koncový uživatel po mnoho roků dívat na nevzhlednou betonovou stavbu pokrytou fleky.

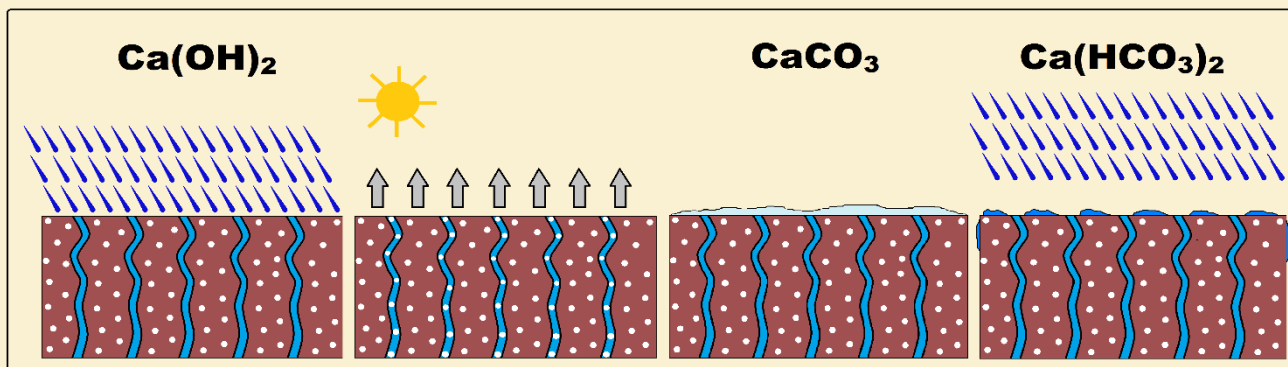
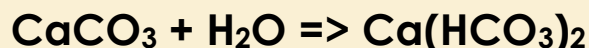
Vápenné výkvěty jsou po chemické stránce tvořeny krystalickým uhličitánem vápenatým (CaCO_3), který vzniká působením vzdušného oxidu uhličitého (CO_2) ve vlhkém prostředí (H_2O) na hydroxid vápenatý ($\text{Ca}[\text{OH}]_2$), který se uvolňuje při zrání (hydrataci) betonu. Krystalický hydroxid vápenatý je nedílnou částí zatvrdlého betonu a je nazýván portlanditem.

Reakce vzniku vápenných výkvětů:



VÁPENNÉ VÝKVĚTY

Reakce spontánního mizení vápenných výkvětů:



Pro vápenné výkvěty není příliš podstatný obsah tzv. volného vápna (tedy hydroxidu vápenatého) v cementu, protože při hydrataci (zracího procesu) vzniká podstatně větší množství hydroxidu vápenatého jako produktu hydratačních procesů, a to až 25% hmotnosti betonu. Příčinou vápenných výkvětů je roztok hydroxidu vápenatého v pórové vodě. Množství výkvětů je závislé na koncentraci tohoto roztoku a na podmínkách transportu tohoto roztoku na povrch betonu. Pokud je beton hutný s nízkým obsahem pórů, tak je transport roztoku na povrch betonu velmi nízký nebo nulový a výkvěty se netvoří. Pokud je beton pórovitý, tak je transport roztoku velký a výkvěty se tvoří, a to úměrně k hodnotě pórovitosti. Hydroxid vápenatý je málo rozpustný ve vodě, takže je tvorba výkvětů pomalá. Protože je hydroxid vápenatých více rozpustný ve vodě za nižších teplot, tak se výkvěty tvoří více na podzim a méně v létě.



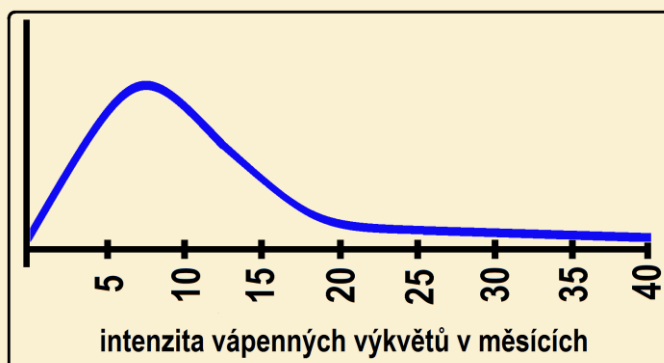
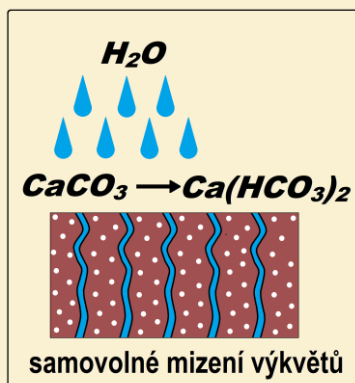
Rozlišení vápenných výkvětů na primární a sekundární.

Primární vápenné výkvěty se tvoří v prvních hodinách zrání betonu. Sekundární vápenné výkvěty se tvoří během měsíců až roků. Vznik primárních výkvětů je podmíněn zracími podmínkami betonu. Více výkvětů se tvoří při zrání betonových výrobků za nižších teplot a při průvanu. Ze sledování výskytu vápenných výkvětů se tvoří během výroby nejčastěji v březnu a říjnu. Hydroxid vápenatý má anomální chování a má vyšší rozpustnost při nízkých teplotách. Primární výkvěty proto vznikali při teplotách od nuly až do 10°. Vzhledem k tomu, že většina výrobků zraje ve speciálně upravených zracích komorách, jsou tyto vlivy u výrobců dosti eliminovány. Problémem je ale uložení ještě nevyzrálých výrobků do palet. Primární výkvěty se tvoří pouze po omezenou dobu po vyrobení betonových výrobků reakcí hydroxidu vápenatého se vzdušným oxidem uhličitým za vlhka v povrchových vrstvách betonových výrobků.

V krátké době u hutných výrobků dojde v povrchových vrstvách k tzv. karbonataci betonu. Při karbonataci povrchových vrstev betonu se vytvoří krystaly uhličitanu vápenatého v tenkých kapilárách, čímž se tyto

VÁPENNÉ VÝKVĚTY

kapiláry pod povrchem uzavrou. Po uzavření kapilár již neprobíhá transport roztoku hydroxidu vápenatého na povrch betonu.



Vlivem působení vzdušného oxidu uhličitého po delší době přechází ve vodě nerozpustný uhličitán vápenatý na vodorozpustný hydrouhličitán vápenatý $Ca[HCO_3]_2$. Po této přeměně uhličitánu vápenatého tedy vápenné výkvěty mizí. Doba zreagování uhličitánu vápenatého na hydrouhličitán vápenatý je většinou uváděna cca 2 až 3 roky. Ale téměř nikde se uvádí, že ke spontánnímu vymizení musí být splněny určité podmínky, které v některých případech nelze splnit. Doba vymizení vápenných výkvětů závisí na intenzitě dešťových srážek v určitém období. V minulých letech bylo úhrnné množství dešťových srážek nízké, tak bylo a je mizení výkvětů velmi pomalé. Doba spontánního vymizení vápenných výkvětů se značně prodlužuje u krytých ploch, na které nedopadají dešťové srážky. U těchto ploch je spontánní vymizení výkvětů nulové.

Sekundární vápenné výkvěty jsou způsobeny vnějšími vlivy, jako je brzké vystavení povrchu dešti, kondenzované vodě, rose a demineralizované vodě anebo nedokonalým ztuhnutím betonu při výrobě. Tyto výkvěty dlouhodobě pronikají z jádra betonu na povrch a objevují se na některých výrobcích po několik roků. Na rozdíl od primárních výkvětů tvoří pouze světlejší závoj, ale mají podobu krystalické látky, vytvářející se na povrchu a odprašující z povrchu. Některé sekundární výkvěty jsou v podstatě neodstranitelné. Jedinou možností je potom uzavření povrchu výrobků speciálními nátěry. Při výskytu sekundárních vápenných výkvětů je nutné kvalifikovaně rozhodnout, zda se jedná o primární nebo sekundární podobu a co je jejich příčinou. Sekundární vápenné výkvěty mohou být příčinou reklamací, jestliže příčinou je nízká hutnost betonu. Primární výkvěty zpravidla nemohou být předmětem reklamací, protože se jedná doprovodný jev zrajícího betonu.



Tvoření vápenných výkvětů může nastat v jakémkoli okamžiku od uložení čerstvých výrobků do zracích komor až do doby užívání betonových výrobků koncovým uživatelem. Podle doby, kdy se začaly vápenné výkvěty tvořit, se usuzuje, co a kdo vápenné výkvěty zapříčinil. U posuzování příčin tvorby výkvětů je běžné, že příčina se může projevit až po dlouhém čase od výroby. Proces tvorby výkvětů může být krátký

VÁPENNÉ VÝKVĚTY

nebo dlouhý a pozvolný. Samovolné (spontánní) vymizení výkvětů je sice předpokládané, ale je velmi pomalé a může trvat mnoho roků. Proces rozpouštění výkvětů závisí na množství dešťových srážek, teplotě, vlhkosti a umístění stavby, takže průběh samovolného vymizení výkvětů je individuální pro každou stavbu. Doba samovolného mizení výkvětů bude jiná například u nekrytých dlažeb a dlažeb chráněných zastřešením. Zatímco u dlažeb vystavených dešťům mohou výkvěty vymizet po pár měsících, tak u dlažeb umístěných v krytém prostoru je mizení výkvětů téměř nulové.

Jak snížit tvoření vápenných výkvětů

- *vliv výrobní technologie*

Pro omezení tvoření vápenných výkvětů je nutné použít betonovou směs s takovým složením, aby byla dosažena maximální hutnost betonu, a to jak pro vibrolisované i lité betony. Dosažení vysoké hutnosti je možné pouze výrobou betonové směsi s co nejmenším vodním součinitelem. Nízký součinitel je možný jenom s extrémně účinnými chemickými přísadami do betonu. U litého betonu je největší chybou výroba řídké betonové směsi. Výrobky s takovéto betonové směsi poskytují zatvrdlý beton protkaný velkým množstvím kapilár, které zasahují hluboko do hmoty betonu. U vibrolisovaných výrobků je naopak výroba příliš suché směsi, která poskytuje zatvrdlý beton s otevřenou pórovitostí s velkými póry. U obou technologií se výrobou plastičtější anebo sušší směsí dosahuje jednodušší výroby, ale na úkor hutnosti betonu a tím pádem jakosti betonu.

Většina výrobků pro vodorovné konstrukce jsou vyráběny jako dvouvrstvé s jádrovou a předsádkovou pohledovou vrstvou. Výroba dvouvrstvých výrobků je někdy prezentována jako nejlepší postup výroby, poskytující nejkvalitnější výrobky. Přitom nejkvalitnější jsou jednovrstvé výrobky. Pro výrobu dvouvrstvých výrobků se velmi často používá suchá směs z jemného kameniva, která sice poskytuje vzhlednější výrobky, ale podstatně náchylnější na tvorbu vápenných výkvětů. Při rozlomení je na lomově ploše patrný rozdíl ve struktuře jádrové a pohledové vrstvy. Dlaždice, které mají tendenci k tvorbě vápenných výkvětů, mají větší vzlínavost pohledové vrstvy, zpravidla větší než u jádrové vrstvy. Při zkoušení vzlínavosti je třeba posoudit rozdílnou vzlínavost obou vrstev.

Průběh zrání betonu první den po vyrobení je velmi důležitý pro náchylnost k tvorbě vápenných výkvětů. Nejdůležitější jsou hodnoty teploty a relativní vlhkosti. Pro zrání betonu je nejvhodnější stálá teplota v rozmezí od 15° až do 25°C. Při výrobě betonových prvků při teplotě 10° a nižší často dochází k okamžitému vytvoření povlaku vápenného výkvětů. Často je předpokládáno, že si beton sám zatopí. Exotermická reakce při tvrdnutí betonu sice vyvine teplo, ale teplota ve zracích komorách má velký gradient, takže zrají výrobky v odlišné teplotě nahoře a dole v komorách. Teplotní gradient vyvolává proudění vzduchu v zracích komorách, což může způsobit tvoření primárních výkvětů. Nucené odvětrání může způsobit dosti silné výkvěty. Při proudícím vzduchu povrch výrobků rychle vysychá, což způsobí transport roztoku hydroxidu vápenatého na povrch a vytvoří se výkvěty.

VÁPENNÉ VÝKVĚTY

Vyvezení výrobků ze zracích komor na skladovací plochu by mělo s ohledem na tvorbu vápenných výkvětů proběhnout co nejpozději. Prodloužit dobu uložení ve zracích komorách je doporučeno na jaře a na podzim. Předčasné vyvezení výrobků na skladovací plochu může zapříčinit vytvoření primárních výkvětů. Pokud jsou výrobky vystaveny ve stáří několika dnů dešti, tak dojde k zaplnění kapilár roztokem hydroxidu vápenatého, který okamžitě reaguje za vytvoření uhličitanu vápenatého. Vzniklé vápenné výkvěty vytvářejí světlé pruhy po stékajícím roztoku hydroxidu vápenatého. Protože dochází již při slabém světlém závoji k zesvětlení výrobků a výrobky se mohou stát neprodejné, tak někteří výrobci nechávají své výrobky zrát na krytých skládkách. Nejcitlivější na přítomnost primárních výkvětů jsou tmavé odstíny černé, tmavě šedivé a hnědé. Pokud se na skladové ploše vyskytnou výrobky s primárním výkvětem, tak je možné argumentovat tím, že primární výkvěty spontánně vymizí, ale většinou realizátor anebo investor vzhledem k dlouhé době spontánního vymizení výkvětů na množství dešťových srážek vyžadují minimálně prodloužení záruční doby. Vhodnější než čekat na spontánní vymizení výkvětů je účinně předejít jejich tvorbě.



Expedice betonových prvků by měla proběhnout v okamžiku, když splňují požadavky na deklarované hodnoty vlastností. Kontrola dosažení deklarovaných hodnot výrobků se ale zpravidla omezuje na kontrolu pevnosti betonu. Při použití cementu vyšších pevnostních tříd beton dosahuje běžně 50% dvacetiosmidenní pevnosti ve stáří tří dnů a dvacetiosmidenní pevnosti hodnoty dosahuje běžně v týdenním stáří. V tomto stáří ale nemusí ještě proběhnout neutralizace povrchové vrstvičky a povrch vykazuje ve vlhkém prostředí silnou alkalitu. Pokud se dostane povrch betonu do vlhkého nebo dokonce mokrého prostředí, kondenzované vody, rosy anebo demineralizované vody, tak na povrchu betonu proběhne neutralizační reakce, jejímž produktem je uhličitan vápenatý. Když dojde k uschnutí povrchu, tak proběhne krystalizace uhličitanu vápenatého a k vytvoření nerozpustných světlých skvrn na betonu. Kondenzovaná voda (demineralizovaná) se chová vůči betonu velmi agresivně. Pokud na povrchu může voda kondenzovat, tak dochází dychtivě k rozpouštění a vyluhování hydroxidu vápenatého. Roztok hydroxidu reaguje opět se vzdušnou vlhkostí za vzniku uhličitanu vápenatého. Tvoření výkvětů působením kondenzovanou vodou nastává například po zabalení betonových výrobků do PE-folie, pod latěmi pro proložení vrstev výrobků při stohování výrobků a všude, kde je možné hromadění kondenzované vody.



VÁPENNÉ VÝKVĚTY

- *vliv prostředí při zabudování a užívání*

Nejčastěji se u vodorovných konstrukcí tvoří vápenné výkvěty u špatně odvodněných ploch. U svislých konstrukcí bývá příčinou vnikání vody do konstrukce. V obou případech je na vině vysoká vlhkost nebo mokré prostředí, ve kterém se betonové výrobky mohou nacházet od výroby až do užívání koncovým uživatelem. Když se vápenné výkvěty objeví, tak nelze jednoduše konstatovat, že jsou normálním jevem u betonových výrobků. Vytvoření vápenných výkvětů svědčí o tom, že se někde stala chyba, která může být i nenapravitelná. Proto je lepší jejich tvorbě předcházet, než nákladně stavební konstrukce opravovat nebo v krajním případě zbourat nebo rozebrat.

vodorovné stavební konstrukce



Tvorbu vápenných výkvětů lze zásadně ovlivnit především konstrukčním provedením stavby. Dlážděné kryty je třeba zhotovit tak, aby nedocházelo k trvalému hromadění vody v loži krytu nebo na povrchu dlážděného krytu, protože trvalé uložení dlaždic ve vlhkém nebo mokřém prostředí vede k vyplavování hydroxidu vápenatého na povrch dlaždic a k tvorbě vápenných výkvětů.

Dlaždice vyžadují opakované vysychání a vlhnutí a nikoliv trvale vlhké prostředí. Proto by mělo být lože dlážděného krytu zhotoveno z kameniva, které obsahuje minimální množství prachových částic, které na sebe vážou velké množství vody a způsobují trvalé uložení dlaždic ve vlhkém prostředí. Často se používá pro podkladní a ložnou vrstvu stěrkoř, která obsahuje velké množství jemných částic. Kdysi byl tento materiál považován jako odpad ze štěrkoven. Dnes se ve snaze zužitkovat odpady běžně používá a dokonce je doporučován pro ložní vrstvu dlaždic. Argumentem pro použití tohoto materiálu je především cena. Položení do tohoto materiálu je de facto stejné, jako by byly dlaždice uloženy do betonu.



Nejvíce se vápenné výkvěty tvoří u dlážděných krytů, u nichž jsou dlaždice uloženy do betonu, tj. do nepropustného lože, nebo je z betonu zhotovena podkladní vrstva. U takto položených dlaždic se tvoří vápenné výkvěty na hranách dlaždic a tvoří bílý lem kolem dlaždice. Při položení dlaždic na betonovou

VÁPENNÉ VÝKVĚTY

desku je vznik vápenných výkvětů velmi častý, a proto není doporučeno použití barevných dlaždic, na kterých je světlý povlak více vidět. Vápenné výkvěty se velmi často tvoří v místě základů vestaveb, základů obrubníků, základů odvodňovacích žlabů, a podobně. Vedle linie základů se vytváří pruh výkvětů. Problémem jsou také místa, která jsou krytá, jako jsou převisy střech, pergoly, altány, krytá stání aut a podobně. V těchto místech je spontánní mizení vápenných výkvětů téměř nulové. Když se na těchto místech vápenné výkvěty vyskytnou, tak je možné je odstranit pouze chemicky.



Pro spontánní (samovolné) vymizení vápenných výkvětu musí být betonové výrobky vystaveny dešťovým srážkám v dostatečném množství. Přeměna nerozpustného uhličitanu vápenatého na rozpustný hydrouhličitan vápenatý je možná jenom působením vody. Doba spontánního mizení vápenných výkvětů závisí tedy na intenzitě a množství dešťových srážek. Pokud nejsou betonové výrobky vystaveny dešťovým srážkám, tak u nich samovolné mizení vápenných výkvětů nenastává. Pokud se u výrobků chráněných před povětrností vyskytne výkvět, tak je nutné ho odstranit chemicky.

- **svislé stavební konstrukce**

U svislých konstrukcí je třeba zabránit, aby byly tyto výrobky trvale vystaveny působení vody, která se vsakuje do betonu a opět z betonu vypařuje nebo která z jedné strany do betonu vniká a z druhé strany uniká. Aby se přerušil transport vody do betonových tvarovek, tak je nutné vložit do konstrukce vodorovnou hydroizolaci. Často se první vrstva tvarovek ukládá pod terénem. Toto řešení je sice vzhledné, protože není vidět základ konstrukce, ale může způsobit vnikání vody do tvarovek a navíc jsou tvarovky vystaveny zemní vlhkosti. U takto provedeného založení zdiva je vznik vápenných výkvětů velmi častý.



Vápenné výkvěty jsou velkým problémem u plotů z dutých tvarovek. Vápenné výkvěty se nejčastěji objevují v místě spár mezi tvarovkami. Příčinou je nekvalitní provedení výplně tvarovek z nasákavého materiálu. Panuje obecný názor, že je možné vyplnit dutiny tvarovek betonem nebo maltou, která zaručí únosnost výplně. K tomu stačí beton třídy C12/15 u železobetonu a dokonce nižší třídy u prostého betonu s jakýmkoliv zhutněním, protože výplň se většinou bez mechanizace řádně zhutnit nedá. Navíc se u výplně požaduje, aby materiál výplně nevytékal spárami mezi



VÁPENNÉ VÝKVĚTY

tvarevkami. Výsledkem je vyplnění dutin extrémně nasákovým a nemrazuvzdorným materiálem. Má-li být svislá konstrukce plotu bez výkvětů, tak musí být výplň zhotovena z mrazuvzdorného betonu třídy nejméně C30/37 s hmotnostní nasákavostí nejvýše 7,0%. Realitou je často vyplnění materiálem „co stavby dala“. Výsledkem je postavení plotu z kvalitních pohledových tvarovek, jejichž povrch obsahuje trhliny a masivní vápenné výkvěty. Tyto výkvěty pronikají na povrch z výplně a jejich eliminace je prakticky nemožná. Řešením může být buď zbourání stavby, protože kromě výkvětů jsou na povrchu expanzní trhliny anebo se s plotem s výkvěty a trhlinami naučit žít. Protože výkvěty způsobila nekvalitní výplň tvarovek, tak je zavinil ten, kdo plot postavil. U konstrukcí z dutých tvarovek musí být dodržena zásada, že kritéria na nasákavost musí být dodržena jak u tvarovek, tak i u výplně tvarovek.

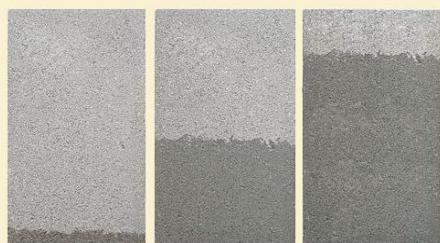
Problémy vznikají také u opěrných stěn. Tato stavební konstrukce musí být provedena tak, aby nebylo možné hromadění vody za stěnou a její trvalé pronikání přes stěnu, tj. stěna musí být v úrovni základů opatřena drenáží pro odvod prosáklé vody, zásyp za stěnou musí být až k drenáži vodopropustný (nejlépe hrubé kamenivo) a zasypaný povrch stěny je dobré zakrýt geotextilií. Takovéto stavební provedení by mělo být naprostou samozřejmostí, ale přesto často není realizováno. U chybně provedené opěrné stěny je potom tvorba vápenných výkvětů trvalým problémem a jejich tvorbě lze zabránit pouze odkopáním zásypu a provedením výše uvedených stavebních úprav.

Odstranění vápenných výkvětů

O vápenných výkvětech se lze dočíst v řadě pojednání. Většina článků uvádí, že vápenné výkvěty jsou produktem hydratace a spontánně po několika letech vymizí. S tím konstatováním lze souhlasit, ale pouze, když jsou splněny požadavky na hodnotu hmotnostní nasákavosti betonu a výrobky jsou vystaveny dešti. Pokud se po chemickém očištění povrchu betonu tvoření výkvětu opakuje, tak není tento požadavek splněn nebo došlo



k pochybení v stavební konstrukci. Tvoření vápenných výkvětů hlavně souvisí s hutností betonu. Hutný beton má velkou objemovou a nízkou kapilární nasákavost a transport vlhkosti z vnitřku betonu na jeho povrch je minimální. Beton, který je nedostatečně zhutněný, obsahuje velké množství vzduchových pórů a transport vlhkosti z vnitřku betonu na povrch je snadný. Tvoření vápenných výkvětů u nedostatečně zhutněného betonu je nekonečný proces, u kterého se střídá očištění povrchu a nová tvorba výkvětů.



Pro posouzení nasákavosti betonu je nutné provést laboratorní zkoušky hmotnostní a kapilární nasákavosti. Orientační laické ověření kapilární nasákavosti a potažmo hutnosti betonu je možné udělat ponořením suchého betonového vzorku do vody. Suchý vzorek betonu se postaví svisle do misky s vodou, aby byl beton ponořen cca 10 mm. Pokud voda po 30 minutách vyvzlíná několik milimetrů nad

hladinu vody, tak lze považovat beton za hutný a kvalitní. Pokud voda vyvzlíná o několik centimetrů nad hladinu vody, tak lze pochybovat o kvalitě betonu. K řádnému zjištění nasákavosti betonu je ale nutná laboratorní zkouška.

Vápenné výkvěty se na dešti chemicky rozkládají spontánně na hydrouhličitan vápenatý, který je rozpustný ve vodě, a po proběhnutí této reakce mohou vápenné výkvěty vymizet. Doba zreagování uhličitanu vápenatého na hydrouhličitan vápenatý je podle literatury cca 2 až 3 roky, ale doba spontánního vymizení

VÁPENNÉ VÝKVĚTY

je závislá na množství dešťových srážek, tak může být tato doba podstatně delší. Pokud jsou vápenné výkvěty naprosto nežádoucí, tak se lze pokusit výkvěty odstranit čisticím prostředkem na bázi organické nebo anorganické kyseliny. Pro čištění betonu se používá kyselina chlorovodíková, fosforečná, mravenčí, šťavelová, propanová a další.

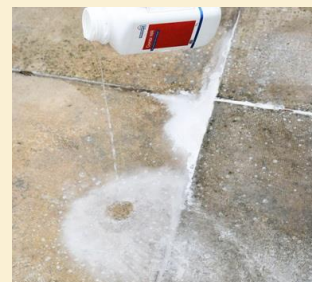
Odstranění vápenných výkvětů bývá prezentováno jako jednoduché a snadno proveditelné. Stačí namočit beton, postříkat kyselinou a omýt proudem nebo tlakovým čističem a je hotovo. Realita je ale jiná. Úvodem je nutné říci, že očištění vápenných výkvětů je chemický proces, při kterém dojde k poškození povrchové vrstvy betonu, a to nevratně. Pokud se očištění nepovede a vytvoří se na povrchu skvrny, očištění bude nerovnoměrné anebo se kyselina vsákne příliš hluboko. Potom je navrácení betonu do původního stavu nemožné.



Prvním krokem čištění je omytí povrchu tlakovou vodou a důkladné namočení vodou. Namočení musí být takové, aby beton již dále vodu nenasával. Povrch betonu tedy musí být vodou nasycený. U vodorovných konstrukcí je to poměrně snadno proveditelné. Horší je to se svislými konstrukcemi, u nichž je nasycení povrchu vodou těžší. Namočením se v žádném případě nerozumí pouhé postříkání vodou. Voda musí stékat z povrchu. Jestliže povrch po několika vteřinách začne nasávat vodu a chová se jako pouze vlhký beton, tak je namočení nedostatečné nebo má beton nízkou hutnost a chová se jako houba. U takového betonu již zpravidla nemá čištění smysl.



Druhým krokem je aplikace čisticího přípravku na bázi kyselin. Přípravek musí být aplikován bezprostředně po navlhčení povrchu. Čisticí přípravky mají různé složení. Pro snadnější nanášení je do celé řady přípravků přidána povrchově aktivní látka, která zlepšuje smáčení povrchu. Lepším smáčením se sice přípravky lépe nanášejí, ale snadněji pronikají do hmoty betonu. U těchto přípravků musí být věnována zvláštní pozornost dobrému nasycení povrchu vodou.



Vlastní aplikace čisticího přípravku je práce s kyselinou, což představuje práci s nebezpečnou látkou. Poleptání očí představuje nejhorší úraz s vážnými důsledky až po slepotu. Kyseliny jsou zpravidla silně zapáchající a některé jsou dýmavé silně dráždivé po vdechnutí. Pro aplikaci čisticích přípravků na bázi kyselin je nutné být vybaven kyselinovzdorným oblekem, rukavicemi, ochranným štítem a případně dýchací maskou s příslušným filtrem podle chemické látky, ze které je přípravek vyroben. Ta maloobchodním trhu jsou dostupné přípravky s méně nebezpečnou koncentrací účinné látky, ale s těmito přípravky toho moc nejde vyčistit. Přípravek je nutné nanášet rovnoměrně a na ucelenou plochu, protože čištění způsobí změnu barevného odstínu, struktury a textury povrchu betonu. Probíhající chemická reakce je doprovázena intenzivním pěněním. Čištění je ukončeno, až ustane pění na povrchu.



VÁPENNÉ VÝKVĚTY

Třetím krokem je očištění povrchu betonu od reakčních produktů. Působením čistících přípravků vznikají soli příslušné kyseliny, které je důležité co nejlépe smýt. U nedostatečně omytých povrchů se po krystalizaci vytvoří povlak. Vzniklé soli (chlorid vápenatých, mravenčan vápenatý, mléčnan vápenatý, šťavelan vápenatý, fosforečnan vápenatý) jsou látky, které se používají v potravinářství a jsou pro lidské zdraví neškodné. Pouze může dojít ke krátkodobému zasolení zeminy v okolí čištěné konstrukce.

Úprava povrchu po odstranění vápenných výkvětů



Při čištění betonových povrchů s pomocí kyselých čistících přípravků na bázi anorganických a organických kyselin dochází k poškození, které se někdy nazývá jako „otevření povrchu“. Čištění je spojeno s chemickým rozložením povrchové vrstvičky silikátu. Působením kyselin se obnaží zrna kameniva a beton dostane vzhled mírně vymývaného povrchu. Při narušení povrchu betonu se některá zrna vydrolí a povrch beton je drsný a hrubší. Pokud zůstane povrch betonu po očištění neupravený, tak zůstane struktura betonu otevřená a povrch se bude více špinit a do povrchové vrstvičky snadno pronikají mikroskopické prachové částice. Po očištění povrchu betonu bývá nejčastěji doporučováno impregnovat povrch hydrofobní impregnací. Hydrofobní impregnace je krátkodobým nejlacinějším způsobem ochrany povrchu betonu, ale k jeho zpevnění u této impregnace nedochází. Pro uzavření struktury betonu je vhodný polopropustný nátěr transparentní akrylátovou pryskyřicí. Tato ochrana povrchu betonu je ale podstatně dražší.