

PŮSOBNÍ CHLORIDŮ NA BETON: SOUVISLOSTI, DŮSLEDKY, MODELOVÁNÍ, TESTOVÁNÍ, SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

■ CHLORIDE EFFECT ON CONCRETE: CONTEXT, CONSEQUENCES, MODELLING, TESTING AND STATE OF ART

Břetislav Teplý

Navrhování a posuzování betonových konstrukcí je řízeno mezními stavy únosnosti (MSÚ) a použitelnosti (MSP), ve kterých jsou též zahrnuty požadavky na trvanlivost (životnost) a trvalou udržitelnost (k tomuto začíná být přihlíženo teprve v nedávné době, např. [1], [2]). Jedná se přitom o posouzení různých účinků mechanického i environmentálního zatížení; tento příspěvek je zaměřen jen na případy působení chloridů na beton, které je častou příčinou degradace železobetonových či předpjatých konstrukcí, resp. koroze ocelové výztuže. ■ Design and assessment of concrete structures are governed by ultimate limit states (ULS) and serviceability limit states (SLS) incorporating durability (service life) and sustainability issues - this has started to be considered only recently [1], [2]. Different effects of mechanical and environmental load are assessed consequently; this contribution is focused on cases of impact of chlorides on concrete, which is frequently the cause of reinforced or prestressed structures degradation, i.e. steel corrosion.

DEGRADACE PŮSOBNÍM CHLORIDŮ

Cílem posouzení stávající konstrukce je zjištění jejího současného stavu a odhad jejího budoucího chování – predikce. U nových konstrukcí je cílem návrh materiálů a průkaz jejich trvanlivosti v daném prostředí a s předepsanou údržbou. V souvislosti s přítomností chloridů na betonové konstrukci je tato problematika v odborné literatuře velmi frekventovaná – např. při zadání hesla „chlorides in concrete“ se na internetu v současnosti nabízí několik milionů výsledků! Za jednu z prvních publikací o této tematice je pravděpodobně možno uvést práci Z. P. Bazanta z roku 1978 [3]. Obecně se jedná o velmi široké téma a bývá diskutováno mnoho okolností a souvislostí, ale stále ještě zůstává řada nejistot a otázek; přitom vzhledem k velké šíři problematiky působení chloridů na beton bývá nejčastěji referováno jen o dílčích otázkách. Nahlíženo z obecnějšího pohledu, působení chloridů spadá do otázek navrhování konstrukcí zaměřeného na životnost, jak to bylo velmi výstižně

popsáno např. v [4] a v současnosti je tomu také věnována zvýšená pozornost při hodnocení stavu mostů a rozhodování o jejich dalším „osudu“ – viz aktivity vyvolané mj. kolapsem mostu v italském Janově.

Záměrem předkládaného příspěvku je uvést souhrn současných poznatků, souvislostí a nezodpovězených otázek týkajících se působení chloridů na vyztužený beton, přičemž z velkého množství v nedávném období publikovaných prací v zahraničí i u nás budou uvedeny zejména příspěvky v Betonu TKS, v nichž lze také nalézt řadu odkazů na další relevantní publikace, potřebné vzorce a výsledky řady aplikací, které jsou zde v zájmu stručnosti vynechány.

Postupně jsou uvedeny hlavní souvislosti navrhování a posuzování betonových konstrukcí vystavených působení chloridů. Stručně řečeno, dosáhne-li koncentrace chloridů $C(x, t)$ v okolí výztuže kritické hodnoty C_{cr} , dochází k tzv. depasivaci ocelové výztuže, tj. k narušení vrstvičky oxidů železa působící jako ochranná (pasivační) vrstva, zabráňující přímému kontaktu kyslíku, vody i jiných agresivních látek s povrchem výztuže, tedy bránící vzniku koroze. Hovoří se o tzv. iniciační periodě (podrobněji např. [1], [5]).

Obecněji pak, nejenom pouze s ohledem na působení chloridů, lze připomenout např.:

- nutnost rozlišovat, zda se jedná o posuzování stávající, nebo nově navrhované konstrukce, což se liší dostupností, úplností a výstižností údajů o vlastnostech materiálů i konstrukce,
- nutnost uvážit, zda při navrhování či posuzování bude postupováno deterministicky či pravděpodobnostně (to obvykle vyžaduje použití specifických softwarových nástrojů, v případech hodnocení degradace betonových konstrukcí např. FReET-D [6]). To souvisí též s tím, zda se postupuje dle současného trendu pomocí metodiky Performance-based navrhování (PBD) [7], tj. navrhování s ohledem na užité vlastnosti stavebního materiálu/prvku/konstrukce, specifikované v projektu.

K takovým vlastnostem patří kromě základních funkčních vlastností mj. únosnost, spolehlivost (popsána hodnotou pravděpodobnosti poruchy, nebo indexu spolehlivosti β) a trvanlivost (životnost), dále ekonomická šetrnost, nízká energetická náročnost a další vlastnosti požadované různými předpisy či klientem.

HODNOCENÍ PŮSOBNÍ CHLORIDŮ A PROGNÓZA ŽIVOTNOSTI

Při hodnocení působení chloridů na betonovou konstrukci je nutno rozlišovat, resp. věnovat pozornost zejména následujícím otázkám.

Betonová konstrukce může být vystavena působení chloridů prostřednictvím:

- posypových rozmrazovacích solí, nejčastěji je to chlorid sodný (NaCl), při velmi nízkých teplotách někdy v kombinaci s podstatně dražším chloridem vápenatým (CaCl_2),
- v mořském, resp. přímořském prostředí se jedná o působení chloridů



1 Ukázka působení aerosolu mořské vody: 200 m od pobřeží, ve směru převládajících větrů, nekvalitní beton bez údržby ■ 1 Example of seawater aerosol effect: 300 m distance from the seashore, in direction of prevailing wind, a low-grade concrete, no maintenance