

POPÍLEK – AKTUÁLNÍ STAV TRADIČNÍ PŘÍMĚSI DO BETONU

FLY ASH – CURRENT STATE OF TRADITIONAL CONCRETE ADDITIVE

Tomáš Táborský, Vladimír Veselý

V úvodu článku je uveden přehled a systemizace příměsí do betonu včetně přehledu platných standardů. Dále je podrobněji popsán popílek do betonu a jeho charakteristiky včetně okrajových podmínek pro použití dle EN 206. V části o budoucnosti popílku je podrobněji popsán stav po zavedení technologií pro odstraňování oxidů dusíku ze spalin energetických zařízení spalujících uhlí (elektrárny, teplárny). Podrobněji je zmíněn výsledek systematického měření obsahu amonniých iontů v popílcích a experiment pro ověření možnosti redukce jejich obsahu provzdušněním či tepelným zatížením.

The paper begins by a systematic review of additives for concrete and their relevant standards. Description and characteristics of PFA (fly ash) for concrete follow, including the limiting conditions for its use according to EN 206. Future uses of PFA are discussed, namely following the introduction of technologies for removing the NO_x from the exhaust fumes of energy producing facilities burning coal (power stations, district heating plants). Detailed results from systematic measurements of contents of ammonia ions in PFAs are provided, together with an outline of an experiment which checked the potential for a reduction of their concentration by aeration or by thermal treatment.

Popílek do betonu je bezesporu stabilním a dlouholetým členem skupiny příměsí do betonu, které se zcela běžně používají pro zlepšení požadovaných vlastností čerstvého či ztvrdlého betonu, nebo dokonce pro získávání vlastností nových.

Typy příměsí

Obecně se příměsí dělí dle ČSN EN 206+A1 [1] na dvě základní skupiny: na příměsí typu I – téměř inertní a příměsí typu II – pucolánové nebo latentně hydraulické.

Příměsí typu I se používají zejména ke zlepšení vlastností betonu v čerstvém stavu (např. čerpatelnosti, stabilizace) a ve ztvrdlém stavu (např. odolnosti proti průsaku tlakové vody, barvnosti či snížení porozity). Mezi tyto příměsí počítáme jemné nebo jemně mleté či rozdrčené materiály se zrny o velikosti zpravidla menší, než mají zrna drobného kameniva. Patří sem různé fillery, moučky či pigmenty.

Příměsí typu II se za přítomnosti cementu, resp. hydroxidu vápenatého, účastní hydratačního procesu a mohou tak zvýšit konečnou pevnost betonu nebo při dosažení stejné pevnosti zredukovat požadované množství cementu v betonu nebo snížit gradient vývoje hydratačního tepla, např. při zhotovování masivních betonových konstrukcí. Mohou rovněž příznivě působit na vlastnosti betonu podobně jako příměsí typu I.

Standardizované příměsí, které norma [1] považuje za vyhovující pro výrobu betonu, jsou:

- typ I:
 - filler z kameniva dle ČSN EN 12620 [2] a ČSN EN 13055 [3],
 - pigmenty dle ČSN EN 12878 [4].
- typ II:
 - popílek do betonu dle ČSN EN 450-1 [5],
 - křemičitý úlet dle ČSN EN 13263-1 [6],
 - mletá granulovaná vysokopecní struska dle ČSN EN 15167-1 [7].

Popílek do betonu

Popílek do betonu je definován a specifikován v harmonizované evropské normě ČSN EN 450-1 [5] a způsob hodnocení shody je pak uveden v ČSN EN 450-2 [8]. Popílky z vysokoteplotního spalování jsou pucolánově aktivní látky, vznikající jako odpad při spalování uhlí. Reaktivní složkou v popílku je amorfní SiO_2 , který reakcí s $\text{Ca}(\text{OH})_2$ a vodou tvoří vápenaté hydrosilikáty typu CSH sloučenin [9].

Podle [5] je popílek do betonu obecně definován jako jemný prášek z kulovitých částic vznikajících při spalování samotného uhlí nebo uhlí se spoluspalitelným materiálem. Popílek sestává převážně z oxidů SiO_2 a Al_2O_3 . Pro použití do betonu je obsah spoluspalitelných látek omezen požadavkem na minimální procento spalovaného suchého uhlí hodnotou 60 %, pokud jsou spoluspalované materiály z přírodního dřeva, pak postačí 50 % suchého uhlí.

Vlastní proces získávání popílku do betonu zahrnuje jeho odlučování (mechanické či elektrostatické) ze spalin a možnost další úpravy před použitím, např. tříděním, výběrem, ale i mísením, což znamená, že může pocházet z různých zdrojů.

Aby mohl být popílek použit do betonu jako příměs typu II, musí splňovat řadu přísných kritérií pro obsah chemických látek podle kapitoly 5.2 normy [5]. Pokud kritériím vyhoví, lze jej s výhodou použít jako aktivní příměs pro snížení vodního součinitele a zvýšení pevnosti betonu nebo pro redukcí množství cementu při zachování vodního součinitele. Započítatelné množství je pak stanoveno na základě použitého druhu cementu jednak podílem z hmotnosti dávky cementu a jednak hodnotou k , kterou se započítatelné množství násobí při výpočtu vodního součinitele. Jedním z důvodů je skutečnost, že pro aktivaci pucolánové reakce popílku je potřeba hydroxid vápenatý, který se při reakci spotřebovává. Spotřebované množství $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tak za určitých okolností může být