

# STANOVENÍ DOB TUHNUTÍ CEMENTOVÉ KAŠE POMOCÍ ULTRAZVUKOVÉ IMPULSOVÉ METODY

## DETERMINATION OF SETTING TIMES OF A CEMENT PASTE USING ULTRASONIC PULSE METHOD

**TEXT** Petr Misák, Barbara Kucharczyková, Dalibor Kocáb, Václav Skotal

Sledováním počátečních fází tuhnutí a tvrdnutí cementových kompozitů se zabývá celá řada zkušebních metod. Nejznámější a nejpoužívanější je tzv. Vicatova metoda. Asi největší nevýhodou této metody je její invazivní charakter, který může způsobovat vysokou variabilitu výsledků zkoušek. Cílem tohoto článku je ukázat možnosti využití ultrazvukové impulsové metody pro stanovení dob tuhnutí cementové kaše. Je zde navržen inovativní způsob vyhodnocení, který je založen na souběžném sledování vývoje vnitřní teploty a rychlosti šíření ultrazvukového impulsu v materiálu.

There are several methods for determination of the setting and early hardening in the cementitious composites. The most common method is using the Vicat apparatus. The major disadvantage of this method is its invasive character, which can cause high variability of test results. The aim of this paper is to show the possibilities of using ultrasonic pulse method for determination of setting times of a cement paste. The innovative evaluation method, which is based on the simultaneous monitoring of the internal temperature and the ultrasonic pulse velocity propagation in the material is presented in the paper.

Proces tuhnutí a tvrdnutí pojiv je komplexní proces ovlivněný vnitřními chemickými a fyzikálními procesy a vnějšími podmínkami vytvrzování. Doba tuhnutí cementu (resp. cementové kaše) významným způsobem ovlivňuje vlastnosti nejen čerstvého betonu (např. zpracovatelnost), ale i ztvrdlého betonu (vývoj smrštění, pevnostních a elastických vlastností apod.). Je známo, že doby tuhnutí cementu (pojiva) jsou odlišné od dob tuhnutí a tvrdnutí výsledných produktů, jakými jsou malty a betony [1]. Rozdíly v chování během tuhnutí a tvrdnutí můžeme sledovat také mezi maltou vyrobenou přímým smícháním jednotlivých složek a maltou připravenou proséváním čerstvého betonu [2].

V oblasti stavebního zkušebnictví existuje několik standardizovaných metod pro stanovení doby tuhnutí pojiv, malt a betonů, viz [3] až [6]. Všechny tyto metody jsou založené na sledování hloubky průniku penetrační jehly (zkoušení pojiv),

příp. na odporu proti vniku penetračního válečku (zkoušení malt a betonů). Velkou nevýhodou těchto metod je jejich invazivní charakter a také fakt, že nelze použít jednu a tutéž metodu pro všechny tři typy zmíněných materiálů. Kromě odlišných rozměrů penetračních nástrojů (jehla vs. váleček) se metody liší také velikostí zkušebního tělesa.

Nejpoužívanější metoda pro stanovení doby tuhnutí cementu, která je současně normativně zakotvená, je pomocí Vicatova přístroje (ČSN EN 196-3 [3]). Za dobu tuhnutí je zde považován časový úsek, po němž penetrační jehla vnikne do stanovené hloubky cementové kaše normální hustoty. Širší diskuzi lze nalézt např. v článku [7]. Historické kořeny této metody sahají až k počátkům cementu jako stavebního materiálu, tedy do 19. století. Této metodě rozhodně nelze upřít její přímocharost a jednoduchost. Pro potřeby 21. století se však stále více jeví jako