

## Laboratorní a výpočetní technika

## MĚŘENÍ POVRCHOVÉHO NAPĚTÍ SILIKÁTOVÝCH SMĚSÍ

ALEXANDER SERGEJEVIČ ČUČUJEV, FRANTIŠEK POSPÍŠIL

*Rižský polytechnický institut, ul. Azenes 20, 226048 Riga, SSSR  
Výzkumný ústav stavebních hmot, Hněvkovského 65, 617 00 Brno*

Došlo 5. 1. 1987

*Metodou „odtrhu kroužku“ byla v počátečním stadiu tvorby struktury sledována kinetika změn povrchového napětí pórobetonových směsí bez přidavku plynatvorné přísady. Měřením směsí s různou disperzitou a vodním součinitelem byl zjištěn extrémální časový průběh povrchového napětí. Získané výsledky prokazují použitelnost metody pro studium procesů probíhajících v prvotních fázích tvorby struktury v disperzních silikátových systémech.*

## ÚVOD

V disperzních koloidních silikátových systémech na bázi minerálních pojiv převládají vlivy povrchových jevů nad ostatními jevy [1], což je zvláště významné při zpracování teoretických podkladů technologických procesů výroby, při nichž dochází k významnějším změnám na fázovém rozhraní. Příkladem takových procesů mohou být objemové změny pórobetonových směsí vlivem plynatvorné přísady, napěňování pomocí PAL, dispergace apod.

Povrch, který představuje rozhraní dvou fází, jejichž skladba určuje jejich vlastnosti, je charakterizován volnou povrchovou energií, kterou lze odhadnout měřením povrchového napětí [1]. Velikost povrchového napětí byla proto základem experimentálního hodnocení pórobetonových směsí v počátečním stadiu tvorby struktury, tj. z hlediska reologie v období, kdy u těchto směsí převládají viskózní vlastnosti nad plastickými a pružnými. Z hlediska technologie poznamenejme, že zejména v této fázi se provádějí operace (míchání, vibrování), které podmiňují v dalších fázích charakter a kvalitu makro- i mikrostruktury kompozitu.

## METODICKÁ A EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro tato měření byla zvolena modelová pórobetonová směs („modelová“ v tom smyslu, že nebylo použito plynatvorné přísady ani povrchově aktivních látek) s různou disperzitou křemičité složky (mletý křemičitý písek), jak uvádí tabulka I.

Směsi byly připravovány v laboratorním lopatkovém mísiči mísením po dobu 1 minuty, temperovány byly pomocí vodního termostatu na teplotu  $24,0 \pm 0,2$  °C.

Z řady možných metod sledování povrchového napětí (2) byla zvolena metoda „odtrhu kroužku“, která byla realizována v uspořádání podle obr. 1. Zvláštností uspořádání byla skutečnost, že jako vlastního činného mechanismu bylo použito systému pístnice—válec mechanického lisu a ne pákového závěsu, jak bývá obvyklé. Výpočet povrchového napětí se prováděl podle vztahu (2):

$$\sigma = \frac{\Delta F_{\max}}{4\pi R} \cdot K,$$

kde

$\Delta F_{\max}$  (N) je rozdíl maximální síly potřebné pro odtrh a gravitační síly  $mg$ , kde  $m$  je hmotnost kroužku se závěsem a  $g$  je gravitační zrychlení.

$R$  (m) — vnitřní charakteristický poloměr kroužku,

$K = f(R^3/V, R/r)$  — korekční faktor [3], kde

$V$  — objem kapaliny vyzdvižený nad volnou hladinu,

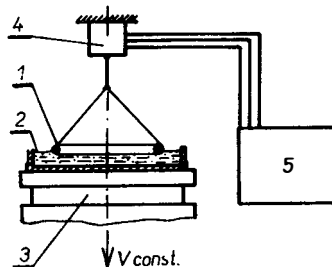
$r$  — průměr kruhového řezu kroužku.

V našem případě byl použit polyetylenový kroužek podle [2] o  $R = 0,045$  m.

Tabulka I

Charakteristiky modelových směsí při konstantní skladbě  
písek : vápno : cement = 60 : 17 : 23 (% hm.)

Č. směsi	Měrný povrch písku (cm <sup>2</sup> /g)	Vodní součinitel
1	2000	0,55
2	2000	0,60
3	2000	0,65
4	5322	0,55
5	5322	0,60
6	5322	0,65



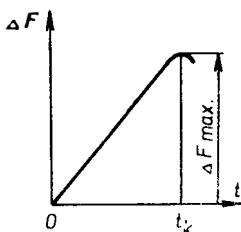
Obr. 1. Schéma měřicího uspořádání; 1 — činný prvek, 2 — povrch sledované směsi, 3 — písek, 4 — snímač, 5 — stolní počítač.

Měření se prováděla tímto způsobem: Ve stejných časových intervalech (3 minuty) se prováděl odtrh kroužku od povrchu směsi za současného záznamu síly během odtrhu až do dosažení její maximální hodnoty — „kritického bodu odtrhu“ (obr. 2). Záznam průběhu síly se prováděl pomocí indukčního vysílače a stolního počítače HP-85B.

Časový okamžik odtrhu byl dán velikostí a tvarem kroužku na jedné straně a relaxací deformací povrchu směsi v místě odtrhu na straně druhé.

Byla zvolena konstantní rychlost posunu při odtrhu taková, aby doba odtrhu byla větší než doba relaxace smykových napětí ve směsi. Doba relaxace smykových

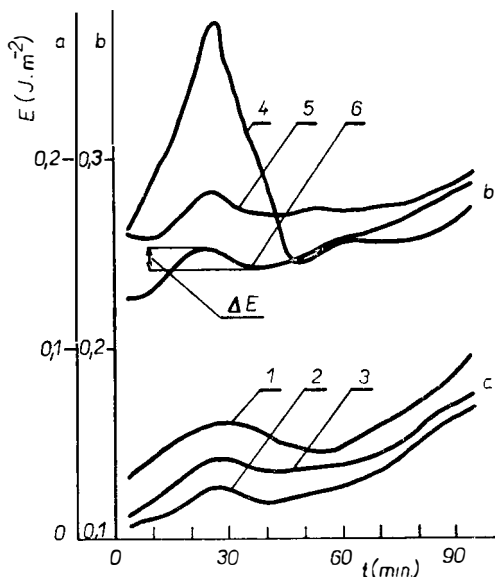
napětí byla zjištěna při předchozích měřeních tokových vlastností při prostém smyku při  $\tau = \text{konst.}$  (metoda Vejlerova—Rebinděrova) [4], a to v počátku a na konci intervalu sledování tvorby struktury. V našem případě tato hodnota činila  $1,666 \cdot 10^{-5}$  m/s.



Obr. 2. Stanovení „kritického bodu odtrhu“.

### DISKUSE VÝSLEDKŮ

Jak je vidět z obr. 3, vykazuje závislost povrchového napětí na čase  $\sigma(t)$  ve sledovaném intervalu extrémální charakter, přičemž velikost prvního extrému (maximum  $\sigma$ ) se zvětšuje se snižováním vlhkosti směsi. Po prvním extrému probíhá určitá stabilizace  $\sigma$  (dynamická rovnováha), po které nastává velmi pozvolný nárůst povrchové energie. Poznamenejme také, že u směsí s vysokou disperzitou křemičité složky je tento proces zřetelně výraznější, tzn. pozorujeme jak vyšší absolutní hodnoty  $\sigma$ , tak i vyšší hodnoty prvního extrému.



Obr. 3. Časový průběh povrchového napětí sledovaných směsí. (Označení směsí podle tab. I).  
(Na ose y má být  $E\sigma$  ( $\text{J} \cdot \text{m}^{-2}$ )).

Nahlížíme-li na první extrém závislosti  $\sigma(t)$  jako na určitou „energetickou bariéru“, podmíněnou elektrostatickými silami mezi částicemi hydratujícího pojiva [1], tzn. ustávání tvorby koagulované struktury a počátek vzniku krystalických kontaktů v systému [5], je zřejmá značná citlivost použité metody, umožňující kvalitativní studium prvotní fáze tvorby struktury.

Poznamenejme také, že známé zpomalení hydratace pojiv vlivem jemně disperzního plniva, zejména křemičitého [1], při měrném povrchu plniva blízkém měrnému povrchu pojiva, představuje zřejmě také velikost první „energetické bariéry“ na křivce  $\sigma(t)$  a vyšší hodnotu  $\sigma$  při vyšším měrném povrchu lze zřejmě vysvětlit adsorpčními vazbami kapalné fáze.

## ZÁVĚR

Uvedené výsledky umožňují učinit závěr, že za příslušné interpretace lze tuto metodu použít pro studium procesů probíhajících v prvotní fázi tvorby struktury v disperzních silikátových systémech.

## Literatura

- [1] Mědlov-Petrosjan O. M.: *Chimija neorganických stroitelnych materialov*. Moskva, Strojizdat., 1971, s. 28—29.
- [2] Adamson A.: *Fizičeskaja chimija poverchnostej*. Moskva, „Mir“, 1979, s. 24—28.
- [3] Harkins W. D., Jordan H. F.: *J. Am. Chem. Soc.* 52, 1751 (1930).
- [4] Kunnos P. Ja.: *Reologija betonnych smesej, syrca i betona*. Riga, RPI, 1979, část II, s. 81.
- [5] Kunnos P. Ja., Chromeckij V. T., Terentjev A. E.: *Relaksacionnyj i makrostrukturnyj aspekty objasnenija pričín povyšénija pročnosti gazobetona vsledstvii povtornogo vibrirovánija*. V publikaci: *Technologičeskaja mehanika betona*. Riga, RPI, 1984, s. 5—9.

## ИЗМЕРЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ СМЕСЕЙ

Александр Сергеевич Чучуев, Франтишек Поспишил\*

*Рижский политехнический институт, 226 048 Рига,*

*\*Научно-исследовательский институт строительных материалов,  
617 00 Брно*

С помощью метода „отрыва кольца“ [2] исследовали в начальной стадии образования структуры кинетику изменений поверхностного натяжения ячеистобетонных смесей. Измерения проводили на смесях разной дисперсности и с разным  $v/t$  (табл. I), без добавки газообразователя и при изотермических условиях (температура  $24,0 + 0,2$  °C).

Особенностью применяемого упорядочения (рис. 1) оказался тот факт, что в качестве действующего механизма использовали систему шток — цилиндр механического пресса и не рычажную подвеску, как это обыкновенно бывает. Запись хода силы проводили при помощи индуктивного датчика и микро ЭВМ типа HP-85B. При отрыве подбирали постоянную скорость  $1,666 \cdot 10^{-5}$  м/с. Измерения проводили в правильно повторяющемся интервале времени 3 минуты.

Во временном ходе поверхностного натяжения отдельных смесей (рис. 3) проявляется экстремальный характер. Очевидно что данный метод можно, сопоставляя его с методами термодинамики необратимых процессов и реологии, применять для исследования процессов, протекающих в первоначальной фазе образования структуры в дисперсных силикатных системах.

*Рис. 1. Схема упорядочения измерительной установки; 1 — действующий элемент, 2 — поверхность исследуемой смеси, 3 — поршень, 4 — датчик, 5 — микро ЭВМ типа.*

Рис. 2. Определение „критической точки отрыва“.

Рис. 3. Временная зависимость поверхностного натяжения исследуемых смесей (Обозначение смесей согласно табл. I).

## MEASURING OF THE SURFACE TENSION OF SILICATE MIXES

Alexander Sergeevich Chuchuev, František Pospíšil

The Riga Polytechnic Institute, 226048 Riga, USSR  
Research Institute of Building Materials, 617 00 Brno

The 'ring tear-off' method was used to study the kinetics of changes in surface tension of cellular concrete mixes in the initial stage of structural formation. The measurement was carried out on mixes with various dispersity and water content (cf. Table I), without the gas-forming addition and under isothermal conditions (temperature  $24.0 \pm 0.2^\circ\text{C}$ ). The experimental arrangement (Fig. 1) was peculiar in that the system employed consisted of the piston rod and cylinder of a mechanical press instead of the usual lever suspension. The course of the force was recorded by an induction transmitter and the HP 85B desk-top computer. The constant speed of  $1.666 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$  was used in the tearing off. The measurement was carried out at regular time intervals of 3 minutes.

The time course of surface tension of the individual mixes (Fig. 3) was extreme in character. The method, when appropriately interpreted and compared with methods of the thermodynamics of irreversible processes and rheology, can obviously be used in the study of processes taking place in the initial stage when the structure is formed in disperse silicate systems.

Fig. 1. Schematic diagram of the measuring arrangement; 1 — functional element, 2 — surface of the mix being measured, 3 — piston, 4 — sensor, 5 — computer

Fig. 2. Determination of the 'critical tear-off point'.

Fig. 3. Time course of the surface tension of the concrete mixes (mix designation according to Table I).

A. G. CAIRNS-SMITH, H. HARTMAN: CLAY MINERALS AND THE ORIGIN OF LIFE (Jílové minerály a původ života). 193 str., Cambridge University Press., Cambridge 1986, cena 34,50 dolarů.

V roce 1983 (18.—24. července) se na univerzitě v Glasgowě sešlo 37 pracovníků z oboru jílové mineralogie. Cílem tohoto setkání byla diskuse o tom, zda a jakou úlohu hrály jílové minerály při vzniku života na Zemi. Již v roce 1966 vyslovil jeden z účastníků (Cairns-Smith) domněnku, podle které před systémem genetického kódu zprostředkovaného DNA musel existovat stupeň jednodušší, nejspíše povahy anorganické. Lze se domnívat, že to byly jílové minerály. Genetická informace v nich mohla být zakódována ve způsobu rozdělení iontů hořčíku v krystalové struktuře substituovaných iontů železa. Replikace nastala při růstu krystalů, tj. při vytváření nové vrstvy jílového minerálu na původní vrstvě jako podložce. Dvourozměrný charakter jílových minerálů poskytoval pak ve styku s vodnými roztoky katalyticky aktivní povrch pro reakce, které vedly k syntéze bílkovin. Tuto hypotézu o syntéze bílkovin vyslovil již v roce 1952 Bernal, tj. v době, kdy nebyl ještě znám replikační mechanismus DNA.

Cílem týmu, který se sešel v Glasgowě, bylo posoudit pravděpodobnost „jílové hypotézy“ z nového pohledu dnešní molekulární biologie. Výsledkem diskusí je tato neobyčejně zajímavá kniha. V osmi kapitolách je ukázán současný stav poznání o struktuře jílových minerálů, o silách působících na jejich povrchu, o interakci s organickými látkami ve vodném roztoku, o syntéze jílových minerálů a jejich existenci ve sluneční soustavě. Tyto poznatky jsou konfrontovány s předpoklady, z nichž vychází jílová hypotéza, zejména pak s možností záznamu genetické informace a možnostmi evolučního procesu. V poslední deváté kapitole shrnují v diskusi redaktori knihy A. G. Cairns-Smith z glasgowské univerzity a H. Hartman z Massachusettského Technologického Institutu současný stav názorů pro a proti jílové hypotéze a ukazují oblasti, které bude v budoucnosti třeba dokonaleji prozkoumat. Kniha zaujme rozhodně velmi široký okruh čtenářů.

Šatava