



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

218259

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.³
G 01 N 29/00

(22) Přihlášeno 11 07 80
(21) (PV 4956-80)

(40) Zveřejněno 25 06 82

(45) Vydáno 15 02 85

(75)
Autor vynálezu

TRUHLÁŘ KAREL ing., ŘEZÁČ LADISLAV ing.,
GRABMÜLLER VLASTIMIL ing., BARTA VÁCLAV, ČESKÉ BUDĚJOVICE

(54) Způsob stanovení pevnostní třídy cementu

1

Vynález řeší způsob stanovení pevnostní třídy cementu pomocí nedestruktivního ultrazvukového měření na zkušebních tělesech z cementové malty předepsaného složení do 70 hodin od konce tuhnutí cementu.

Dosavadní způsoby stanovení pevnostní třídy cementu spočívají na tlakových zkouškách zkušebních těles z cementové malty předepsaného složení, zpravidla trámce, ve vymezené lhůtě 28 dní od jejich výroby za stanovených podmínek tvrdnutí. K odhadu této pevnosti po 28 dnech tvrdnutí malty se používá výsledků tlakových zkoušek po 3 nebo 7 dnech tvrdnutí. Dále jsou známy i způsoby urychlené ohřevem, lisováním nebo chemickými postupy, aby se vlastnosti potřebné k odhadu pevnosti v tlaku po 28 dnech dosáhlo co nejdříve. Dosavadní způsoby odhadu třídy cementu jsou buď málo operativní v případech použití pevností po 3 nebo 7 dnech, nebo mění podmínky tvrdnutí ohřevem případně lisováním, nebo chemicky zachycují pouze některé vlivy působící zpevňování cementu. Neumožňují tedy rychlý a dostatečně spolehlivý odhad pevnosti cementu v tlaku po 28 dnech, a tím náležitou regulaci spotřeby cementu, a ve svém důsledku vedou k nedostatečnému využívání jeho hydratačního potenciálu.

Uvedené nedostatky odstraňuje způsob

2

podle vynálezu, jehož podstatou je, že vzorky vyrobené ze zkušební cementové malty, zpravidla trámce 40 × 40 × 160 mm určené k stanovení pevnosti v tlaku po 28 dnech tvrdnutí, se podrobí v předem stanovené lhůtě, volené v rozmezí 0 až 70 hodin od konce tuhnutí cementu, nedestruktivní ultrazvukové zkoušce. Při zkoušce se stanoví alespoň jedna charakteristická veličina, například ultrazvuková impulsová rychlost čela podélných vln při průchodu zkušební cementovou maltou. Veličina je závislá na stavu a vývoji struktury malty a převede se pomocí vztahu stanoveného předem podle zásad matematické statistiky na pevnost malty po 28 dnech a cement se podle ní zařadí do příslušné pevnostní třídy. K stanovení charakteristické veličiny se použije běžné ultrazvukové aparatury pro průchodové měření s frekvencí 40 až 500 kHz. Zpřesnění výsledků se dosáhne měřením dvou charakteristických veličin, např. ultrazvukové impulsové rychlosti čela podélných vln a útlumu ultrazvukového impulsu při průchodu cementovou maltou.

Tento způsob zařizování cementu nevyžaduje zvláštních zkušebních vzorků, protože se použijí běžné vzorky pro stanovení pevnosti cementu v tlaku po 28 dnech, zkracuje na minimum lhůtu potřebnou k

zařídění cementu, umožňuje i předpověď pevnosti cementu v jiných státech tvrdnutí, zachycuje celý komplex činitelů působících na zpevňování a vývoj struktury zkušební malty a umožňuje tedy vyšší využití hydratačního potenciálu cementu při jeho spotřebě. Způsob je využitelný jak při výrobě a expedici cementu, tak i ve sféře spotřeby.

Matematickostatistický vztah pro převedení měřené charakteristické veličiny na pevnost cementu po 28 dnech se stanoví pro cementy na stejné mineralogické bázi. Přesnějších výsledků se dosáhne stanovením vztahu pro jednotlivé druhy cementů nebo jednotlivé cementárny.

Příklad

Pro cementy z jedné cementárny byly na trámečkách o rozměrech 40 × 40 × 160 mm, vyráběných ze standardní zkušební cementové malty, vždy po 24 hodinách tvrdnutí, stanoveny rychlosti čela podélných vln ultrazvukového impulsu v_{L1} v $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$ a po 28 dnech tvrdnutí pevnost v tlaku na zlomcích trámů R_{c28} v MPa. Ze souboru 76 dvojic hodnot v_{L1} a R_{c28} (viz tabulka 1) byla stanovena statistickou metodou nejmenších čtverců korelační křivka závislosti 1 vyznačená na přiloženém grafu, kde 2 je osa v_{L1} a 3 je osa R_{c28} . Křivka má rovnici

$$R'_{c28} = 29,479 - 21,647 v_{L1} + 8,858 v_{L1}^2$$

a těsnost závislosti je vyjádřena indexem korelace $I_{yx} = 0,919$, je tedy vysoká. Spolu s uvedenou křivkou byly stanoveny i meze

konfidenčních intervalů 4 a 5, mezi nimiž se pohybují aritmetické průměry odpovídajících hodnot v_{L1} a R_{c28} s 95 % pravděpodobností.

Sestavená závislost mezi v_{L1} a R_{c28} nyní umožňuje na základě změření v_{L1} po 24 hodinách tvrdnutí cementové standardní malty trámečků 40 × 40 × 160 mm stanovit výpočtem z výše uvedené rovnice nebo z grafu příslušnou hodnotu R_{c28} , která je spolehlivým odhadem pevnosti R_{c28} . Podle R_{c28} se cement zařadí do příslušné pevnostní třídy. Tato hodnota se může rovněž využít pro výpočty pevnosti betonu při návrhu jeho složení nebo pro odhad pevnosti betonu potřebný k regulaci kvality. Meze pevnostních tříd jsou uvedeny v přiloženém grafu. K jejich stanovení byla použita mez 5 konfidenčních intervalů, zaručující menší riziko omylu než vlastní korelační křivka závislosti 1.

Meze intervalů tříd na ose 2 obr. 1:

- 6 — třída 200 — $v_{L1} = 1,93$ až $2,23 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
- 7 — třída 250 — $v_{L1} = 2,23$ až $2,59 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
- 8 — třída 325 — $v_{L1} = 2,59$ až $2,88 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
- 9 — třída 400 — $v_{L1} = 2,88$ až $3,11 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
- 10 — třída 475 — $v_{L1} = 3,11$ a více $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$

Příklady stanovení R'_{c28} :

a) Měřením zjištěno $v_{L1} = 2,1 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, z rovnice příslušné $R'_{c28} = 23,08 \text{ MPa}$, z obr. 1 jde o třídu 200

b) Měřením zjištěno $v_{L1} = 3,0 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, z rovnice příslušné $R'_{c28} = 44,26 \text{ MPa}$, z obr. 1 jde o třídu 400.

TABULKA

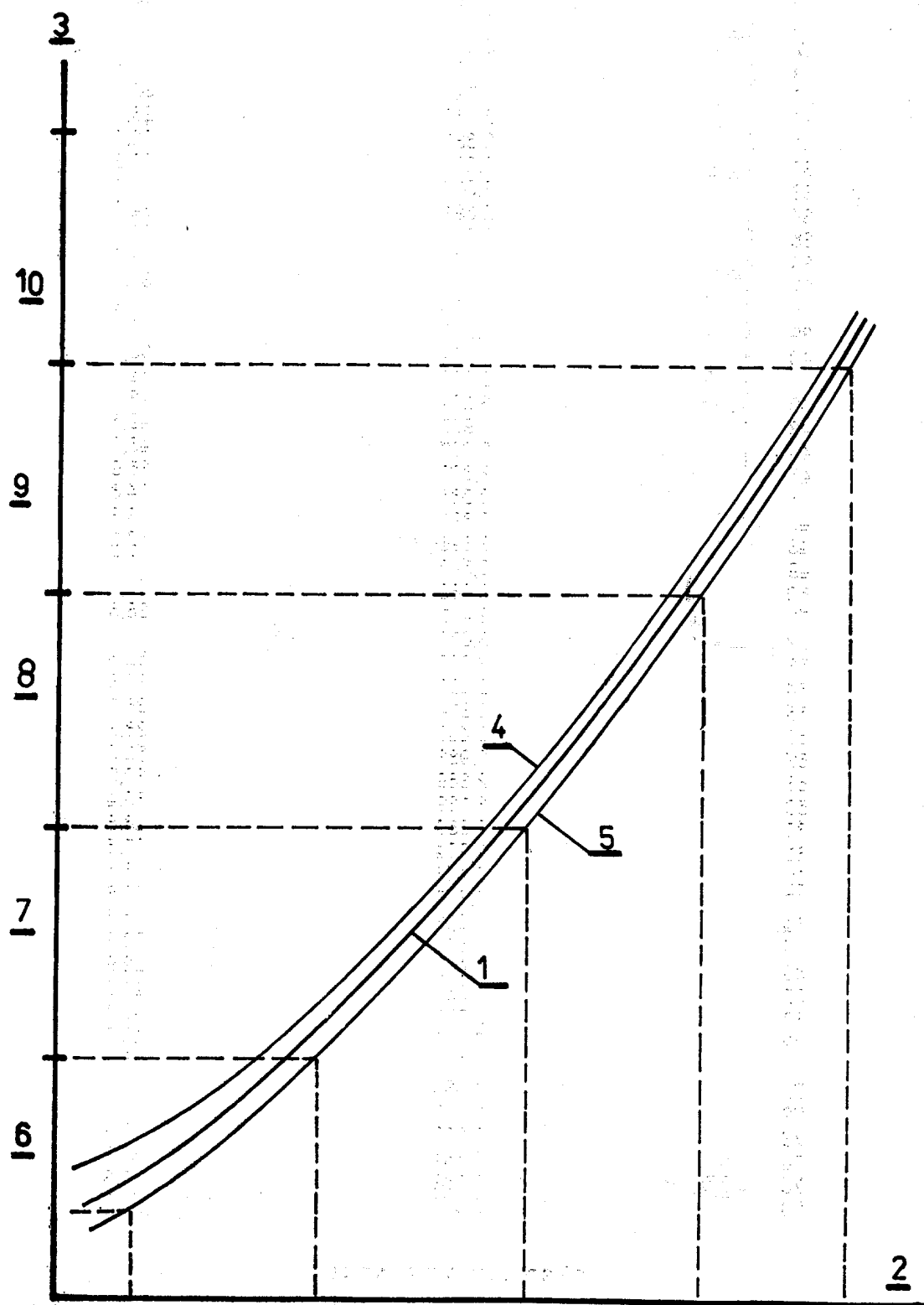
Pořadové číslo	$v_{L1} (\text{km} \cdot \text{s}^{-1})$	$R_{c28} (\text{MPa})$
1	2,892	47,6
2	2,191	21,1
3	2,452	26,3
4	3,348	59,6
5	3,213	47,5
6	3,162	47,9
7	2,408	24,9
8	2,247	21,5
9	3,306	58,0
10	2,740	31,8
11	2,799	31,5
12	2,504	29,3
13	2,806	30,8
14	2,335	25,6
15	2,890	37,0
16	3,154	46,8
17	2,736	40,5
18	2,907	46,0
19	2,057	17,8
20	2,696	35,9
21	2,548	29,8
22	2,414	24,6
23	2,672	29,4

Pořadové číslo	v_{Li} (km . s ⁻¹)	R_{c28} (MPa)
24	2,949	36,0
25	2,495	25,8
26	3,265	57,7
27	3,176	52,9
28	2,635	32,8
29	2,748	32,6
30	2,258	26,0
31	2,631	32,6
32	2,288	23,2
33	2,077	22,4
34	2,691	34,2
35	2,244	23,7
36	2,751	49,9
37	2,563	30,1
38	3,264	50,9
39	3,125	48,0
40	2,484	33,0
41	3,220	54,0
42	3,194	43,6
43	2,977	49,5
44	3,207	46,8
45	2,686	35,9
46	2,065	24,6
47	2,691	43,3
48	2,896	52,1
49	2,542	29,7
50	2,280	27,2
51	2,411	28,6
52	3,078	47,3
53	3,022	51,5
54	2,199	20,8
55	2,314	26,5
56	2,440	26,8
57	2,983	51,3
58	2,369	30,0
59	3,139	50,4
60	2,850	46,8
61	1,904	27,6
62	3,456	56,5
63	3,375	50,8
64	3,213	45,6
65	2,573	26,8
66	1,807	22,9
67	2,854	44,0
68	2,771	41,7
69	2,863	40,0
70	2,835	38,1
71	1,835	20,7
72	2,001	25,0
73	2,360	29,9
74	2,664	35,3
75	2,662	37,3
76	2,952	46,9

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob stanovení pevnostní třídy cementu na bázi nedestruktivního měření ultrazvukem, vyznačený tím, že se zkušební tělesa z cementové malty předepsaného složení ve zvolené lhůtě do 70 hodin od konce tuhnutí cementu podrobí zkoušce ultrazvukem, přičemž se zjistí alespoň jedna cha-

rakteristická veličina, např. ultrazvuková impulsová rychlost čela podélných vln při průchodu cementovou maltou, která se převede pomocí matematicko-statistického vzta- hu na pevnost cementu v tlaku směrodat- nou pro jeho zatřídění a cement se zařadí do pevnostní třídy.



Obr. 1