



ПРИЛАГАНЕ НА ПОДХОД ЗА КОНТРОЛ НА СВОЙСТВАТА В ПРОЦЕСА НА ПОЛУЧАВАНЕ НА ПЕНОБЕТОН

Мира Зафирова, Николай Тончев
mzafirova@vtu.bg, tontchev@gmail.com

*ВТУ "Т.Каблешков",
София, ул. "Г. Милев" №158, БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: *контрол свойства, качество, пенобетон, метод „Термос“, зимни условия*

Резюме: *Пенобетонът е бетон, който има пореста структура, произведен от втвърдяване на разтвор, състоящ се от цимент, пясък, вода и пяна. Този материал се използва широко в строителството през последните години.*

Зимата в България е сравнително дълга, с продължителност от ноември до март и температурите падат под нулата. При бетоновите работи, ниските температури водят до:

- замръзване на водата в пряно положената смес;*
- нарушаване на сцеплението между бетона и армировката;*
- увеличаване на порите в бетона, вследствие на нарушената структура;*
- отделяне на добавките от циментовата паста.*

За да се противодейства на ниските температури в практиката се влагат добавки за ускоряване на втвърдяването на бетона или добавки против замръзване. Тези добавки сами по себе си не са достатъчни, затова се прилагат и различни методи.

Методът „термос“ се използва при полагане на бетон при отрицателни температури с цел запазване на якостните качества на бетона.

Целта на изследването е да изведе зависимости за основните свойства на бетона при втвърдяване в зависимост от средната плътност [kg/m^3] и количеството пенообразувател [kg], при еднакво водоциментно отношение.

Използвана е руска база от данни на Анатолий Владимирович ХИТРОВ, автор на метода с патент. Като изследвани фактори може да се контролира якост на натиск, якост на огъване, коефициент на топлопроводност и паропроницаемост.

УВОД

Пенобетонът е бетон, който има пореста структура, произведен от втвърдяване на разтвор, състоящ се от цимент, пясък, вода и пяна.

Този материал се използва широко в строителството през последните години..

Ниската цена, високите физически и механични и експлоатационни свойства (топлопроводимост 0.056–0.059 W/(m° C); якост на натиск до 0,4 МПа) осигуряват на този тип изолация по-голяма конкурентоспособност в сравнение с другите топлоизолации.[2]. Пенобетонът се прилага като уплатнител на стени, запълвайки целия обем без да образува пори, вместо керамзитобетон за изравняване на повърхността и изпълнява функциите на топло и звуко изолация.

Използването на пенобетона води до намаляване на общото тегло на строителните конструкции и позволява да се варира в сеченията на тънките стоманобетонени конструкции. намаляване размера на фундаментите и съкращаване количеството на опорите при мостовите конструкции.

Методът „термос“ се използва при полагане на бетон при отрицателни температури с цел запазване на якостните качества на бетона.

Целта на изследването е да изведе зависимости за основните свойства на бетона при втвърдяване в зависимост от средната плътност [kg/m³] и количеството пенообразувател [kg], при еднакво водоциментно отношение.

Използвана е руска база от данни на Анатолий Владимирович ХИТРОВ, автор на метода с патент. Като изследвани фактори може да се контролира якост на натиск, якост на огъване, коефициент на топлопроводност и паропроницаемост.

ИЗЛОЖЕНИЕ

I. Постановка на задачата.

В работената статия са анализирани получените резултати за свойствата на монолитен пенобетон с различна плътност от руският учен Хитров при условия на ниски и отрицателни температури по метода "термос".

Опитите са проведени при следните технологични условия:

- използване на вар с активност по-малка от 70%;
- замяна на смян пясък с вторични продукти - пепел от изгарянето на утайки от канализация;
- порционирание на сместа чрез добавяне на пяна с ниско молекулно тегло;
- формоване на клетъчната маса във вертикално подредени форми;
- оформени са технологични палети с размери, mm: дължина – 4500[mm], ширина – 600 [mm], височина – 1200 [mm].

Съставът на пенобетона се определя въз основа на изискванията за течливост на циментово-варовино-пясъчния разтвор, осигурявайки оптимално съотношение на свързваща вода и максимална якост на материала.

Течливостта за различна плътност се определя от диаметра на разпространението на сместа върху вискозиметър на Suttard. Техническите спецификации TU 5741-005-53228766-2001 „Стенни блокове от клетъчен бетон (пенобетон)“ са разработени за използвани съставни състави за автоклавен пенобетон със средна плътност 400, 500 и 600 kg/ m³.

Установено е, че с помощта на метода на "термос" и постигане на ускоряване на втвърдяването на пенобетон е възможно да се получи пенобетон, чиито физически и механични свойства отговарят на изискванията на GOST 25485-89.

В таблица 1 е посочен състава на пенобетона за проведените опити от руския учен Хитров.[2]

Табл.1.

| Марка бетон според средната плътност | Средна плътност п/бетонова смес | Пясък | Цимент | Вода в развора | Вода в пяната | Пеноконцентрат | Пяна | Съотношение вода/цимент |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------|--------|----------------|---------------|----------------|------|-------------------------|
| | [kg/m ³] | [kg] | [kg] | [l] | [l] | [kg] | [l] | [l/kg] |
| D400 | 499 | – | 320 | 122 | 56 | 1,4 | 800 | 0,65 |
| D600 | 712 | 70 | 420 | 175 | 47 | 1,17 | 715 | 0,53 |
| D800 | 920 | 220 | 460 | 197 | 42 | 1,05 | 630 | 0,52 |
| D1000 | 1105 | 385 | 480 | 204 | 36 | 0,91 | 560 | 0,5 |
| D1200 | 1315 | 580 | 500 | 207 | 28 | 0,69 | 460 | 0,47 |
| D1400 | 1520 | 765 | 520 | 210 | 24 | 0,61 | 370 | 0,45 |
| D1600 | 1725 | 942 | 540 | 225 | 18 | 0,45 | 290 | 0,43 |

За проведените опити против замръзване в пенобетон, втвърдяващи се при температури под 0° C, са използвани следните добавки: CaCl₂ + NaCl, NaNO₂ и K₂CO₃.

За да е възможно да се управлява проектното качество на подобни системи, в стоатията е посочен подход, който да подпомогне проектирането в определянето на съответните съставки на бетоновата смес, свързана с изследваните свойства.

1.1.Резултати от изследването

Разгледани са седем случая с различни марки бетон според средната плътност. За тези случаи управляващите параметри на процеса в кодиран вид имат следните стойности, посочени в табл. 2:

Табл.2

| № по ред | Марка бетон според средната плътност [kg/m ³] | X ₁ | X ₂ | X ₃ |
|----------|---|----------------|----------------|----------------|
| 1 | D400 | - 1.00000 | -1.00000 | 1.00000 |
| 2 | D600 | - .653000 | - .900000E-01 | .600000 |
| 3 | D800 | - .313000 | - .270000 | .330000 |
| 4 | D1000 | - .140000E-01 | .450000 | .200000 |
| 5 | D1200 | .331000 | .640000 | .750000 |
| 6 | D1400 | .665000 | .820000 | -1.00000 |
| 7 | D1600 | 1.00000 | 1.00000 | - .730000 |

II.2. Експерименталните стойности за якостта на натиск за съответните марки бетон са дадени в табл.3: [1]:

Табл.3

| № | якостта на натиск [MPa] |
|---|----------------------------|
| 1 | 1.20000 |
| 2 | 3.10000 |
| 3 | 3.60000 |
| 4 | 7.70000 |
| 5 | 15.1000 |
| 6 | 18.1000 |
| 7 | 22.5000 |

Якостта на натиск се описва чрез модела:

$$Y_{\text{натиск}}(X_1, X_2, X_3) = 10.2990 + 13.9770 X_1 + 0.337254 X_2 + 4.16323 X_1 X_2 X_3$$

Доказана е адекватността на този модел, чрез двете удовлетворяващи оценки :

1. Чрез високия коефициент на множествена корелация $R = 0.9783$;
2. Изчислена стойност по Фишер $F_{\text{и}} = 22.3327 > F_{\text{т}} = 9.2766$ ($\alpha = 0.05, 3, 3$).

II.2. Експерименталните стойности за якостта на огъване за съответните марки бетон са, са дадени в табл.4 [1]:

Табл.4

| № | якостта на огъване [MPa] |
|---|-----------------------------|
| 1 | 0.480000 |
| 2 | 0.90000 |
| 3 | 1.20000 |
| 4 | 2.10000 |
| 5 | 2.40000 |
| 6 | 3.70000 |
| 7 | 5.10000 |

Якостта на огъване се описва чрез модела:

$$Y_{\text{ог}} = 2.35899 + 3.99783 X_1 + 0.562669 X_2 + 1.68327 X_3 + 0.829021 X_1 X_2 X_3$$

Доказана е адекватността на този модел, чрез двете удовлетворяващи оценки

1. Чрез високия коефициент на множествена корелация $R = 0.9886$;
2. Изчислена стойност по Фишер $F_{\text{и}} = 21.5381 > F_{\text{т}} = 19.2470$ ($\alpha = 0.05, 4, 2$)

II.3. . Експерименталните стойности за коефициент на топлопроводността за съответните марки бетон са, са дадени в табл.5 [1]:

Табл.5

| № | коефициент на топлопроводността |
|---|------------------------------------|
|---|------------------------------------|

| | |
|---|----------|
| 1 | 0.100000 |
| 2 | 0.140000 |
| 3 | 0.200000 |
| 4 | 0.280000 |
| 5 | 0.380000 |
| 6 | 0.490000 |
| 7 | 0.500000 |

Конкретните стойности на коефициентите на модела пред управляващите параметри за топлопроводността.

$$T = 0.255910 + 0.374432X_1 + 0.0740244X_2 + 0.223987X_3 - 0.334706X_1X_2 - 0.402859X_2X_3$$

Доказана е адекватността на този модел, чрез двете удовлетворяващи оценки

1. Чрез високия коефициент на множествена корелация $R=0.999$
2. Изчислена стойност по Фишер $F_i=2886.2230 > F_T = 230.1600$ ($\alpha=0.05, 5, 1$)

II.4. . Експерименталните стойности за паропогълщането за съответните марки бетон са, са дадени в табл.6 [1]:

Табл.6

| № | коефициент на топлопроводността |
|---|---------------------------------|
| 1 | 0.240000 |
| 2 | 0.200000 |
| 3 | 0.180000 |
| 4 | 0.160000 |
| 5 | 0.140000 |
| 6 | 0.120000 |
| 7 | 0.110000 |

Конкретните стойности на коефициентите на модела пред управляващите параметри за паропогълщането са:

$$\Pi = 0.159644 - 0.103966X_1 - 0.011845X_2 - 0.049012 X_3 + 0.0763538 X_1 X_2 + 0.0628903 X_2 X_3$$

Доказана е адекватността на този модел, чрез двете удовлетворяващи оценки:

1. Коефициент на множествена корелация - $R = 0.9999$;
2. Изчислена стойност по Фишер $F_i=4298.3050 > F_T=230.1600$ – Таблична стойност ($\alpha=0.05, 5, 1$).

ИЗВОДИ:

Основен извод от резултатите на изследването.

Анализът на резултатите от изследването доказват, че благодарение на статистическата проверка изведените четири модела са адекватни. Освен това по косвен начин на самите модели, бяха доказани:

1. Предсказаните стойности на якостта на натиск са по-големи от тези на якостта на огъване.

2. Минималните и максимални стойности на двете якости, както и топлопроводността се съвпадат с логическото съдържание на съответните управляващи параметри на съставките на бетона.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Хитров Вл. „Технология и свойства пенобетона с отчетом природы вводимой пены“ Автореферат, 2006 г.;
- [2] Кобудзе Т. и др. „Взаимосвязь структуры, технологии и свойства получаемого пенобетона Популярное бетоноведение №6 (8) 2005;

APPLY A PROPERTY CONTROL APPROACH TO THE PROCESS OF FOAM CONCRETE PRODUCTION

Mira Zafirova, Nicolay Tonchev
mzafirova@vtu.bg, tontchev@gmail.com

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, "Blvd", "G.Milev" № 158, BULGARIA*

Keywords: *quality control, quality, foam concrete, thermos method, winter conditions*

Resume: *Foam concrete is concrete with a porous structure made by curing a solution consisting of cement, sand, water and foam. This material has been widely used in construction in recent years.*

Winter in Bulgaria is relatively long, lasting from November to March and temperatures drop below zero. In concrete works, low temperatures lead to:

- freezing of water in the freshly laid mixture;*
- breach of adhesion between concrete and reinforcement;*
- increased pores in the concrete due to the broken structure;*
- separation of additives from the cement paste.*

In order to counteract the low temperatures, additives are used in practice to accelerate the hardening of concrete or anti-freeze additives. These supplements alone are not enough, so different methods apply.

The "thermos" method is used for the application of concrete at negative temperatures in order to maintain the strength of the concrete.

The purpose of the study is to derive dependencies on the basic properties of concrete during curing, depending on the average density [kg / m³] and the amount of foaming agent [kg], in the same water-cement ratio.

An Russian database of HITROV Anatoly Vladimirovich, author of the patented method, was used. Tensile strength, flexural strength, thermal conductivity and vapor permeability can be controlled as factors studied..