

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДИНАМИЧНИЯ МОДУЛ НА ЕЛАСТИЧНОСТ ПО ВРЕМЕ НА ВТВЪРДЯВАНЕ НА ПОЛИМЕРБЕТОНЕН СЪСТАВ

СЪБИ СЪБЕВ

Технически Университет София, Филиал Пловдив

sabi_sabev@tu-plovdiv.bg

Резюме: В статията е направен сравнителен анализ на получените от експериментални изследвания количествени стойности за динамични модули на линейни деформации и надлъжни деформации на полимербетонен композит по време на съхнене. Той ще бъде използван като конструкционен материал за тела и корпусни детайли. Използван е стандартен тестови метод за определяне на динамичния модул. Стойностите на еластичните характеристики на изследвания полимербетонен композит са необходими за определяне време за внедряване в експлоатация.

Ключови думи: полимербетонни композити, динамичен модул, спектрален анализ

INVESTIGATION OF THE ELASTIC DYNAMIC MODULUS DURING HARDENING OF POLYMER CONCRETE COMPOSITION

SABI SABEV

Technical University – Sofia, Branch Plovdiv

sabi_sabev@tu-plovdiv.bg

Abstract: Abstract: In the article, a comparative analysis of the quantitative values obtained from experimental studies for dynamic modulus of linear deformations and longitudinal deformations of a polymer-concrete composite during hardening is made. It will be used as a construction material for bodies and hull details. A standard test method was used to determine the dynamic modulus. The values of the elastic characteristics of the studied polymer concrete composite are necessary to determine the time for implementation in service.

Keywords: polymer concrete, dynamic modulus, spectral analysis .

1. Увод

Последните изследванията и развитието показват, че има ясна тенденция за отдалечаване от традиционното леене на тела и корпусни детайли от чугун в посока на минерално леене, поради по-добри динамични свойства и др.. Минералната отливка (полимербетон) е сложен материал, съставен от частици от неорганични агрегати, като базалт, летлива пепел, речен чакъл, пясък, креда и др., свързани със смола (обикновено епоксидна смола) [3]. Обемното съотношение на пълнителя към свързващото вещество (смола) е около $9 \div 1$ [4].

В зависимост от вида на добавъчните материали, използвани в минералната отливка, зърната могат да имат размер от десети от микрона до около десет милиметра [1,4,5]. В зависимост от вида и размера на използваните инертни материали и количеството на смолата,

времето за втвърдяване може да отнеме от няколко минути до няколко часа. В зависимост от изискванията за постигана точност, допустими отклонения, грапавост на повърхността. Полимер бетона може да се отлива в форми изработени от дърво, пластмаса, метал, чугунена форма или комбинация от горните [5].

В изследването на Ферид [1] са избрани десет търговски смоли. Полимербетонните (ПБ) проби, приготвени от всяка смола, се изследват чрез тестове за:

- ✓ време на желиране
- ✓ пикова температура
- ✓ време и течливост на ПБ,
- ✓ тестове за якост на натиск
- ✓ тестове за якост на огъване
- ✓ плътност на втвърден бетон.

Резултатите от тестовете показват, че смолите играят критична роля на якостните

показатели. Въз основа на проведените механични изследвания е установено, че пластична деформация е слаба или няма такава. Тъй като всички проби имат крехко счупване, може да се заключи, че техният тип не влияе на механизма на разрушаване на пробите.

Раман изследва демпферните характеристики на полимербетон със сертифициран пълнител от въглищна пепел (Fly ash) и стъклени фибри [2]. От изследванията му се вижда, че максималното количество използвани фибри е 4%.

Приложението на (ПБ) като алтернативен неметален конструкционен материал за производството на тела и корпусни от носещата система на производствената техника е иновационна дейност, която създава предпоставки за подобряване на технико-експлоатационни качества на произвежданите машини като:

- ✓ статична и динамична коравина;
- ✓ демпфиране;
- ✓ термично поведение.
- ✓ химическа устойчивост

Статията има експериментално-изследователски характер и основната и цел е: Количествено определяне на динамичния модул на еластичност E_d на ПБ по време на съхненето на композита.

Обект на изследване в статията е епоксиден терморезактивен ПБ състав.

Предмет на изследване в работата е определяне динамичния модул на линейна деформация по време на втвърдяване.

2. Методика на експеримента

Образецът е поставен върху призматични опори, захванати неподвижно към основа. Опорите са разположени на разстояние 0,224 от двата края на образца, според стандарт ASTM E1876 [8]. Върху гредата се прилага импулсно динамично въздействие с възбудител - тип ударен чук. По този начин се реализира моделът на трептяща динамична система с разпределени параметри. При такава постановка се определя динамичен модул на линейни деформации.

Той се определя от следното уравнение:

$$E_D = 0.9465(mf_f^2 / b)(l^3 / h^3)T_1 \quad (1)$$

където:

E_D - е динамичен модул на Юнг;

m - маса на гредата;

b - широчина на гредата;

l - дължина на гредата;

h - дебелина на гредата;

f_f - фундаменталната резонансна честота при огъване, фиг. 1;

T_1 - корекционен коефициент.

При $l/h > 20$ - T_1 се изчислява директно от уравнението:

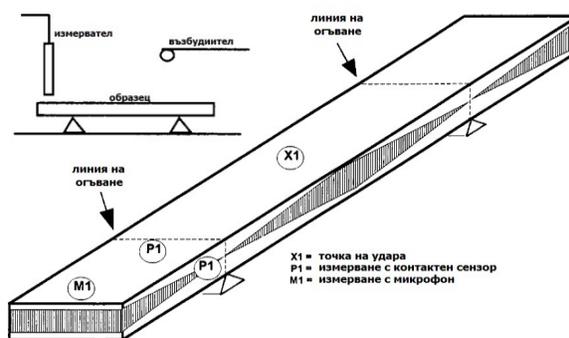
$$T_1 = [1.000 + 6.585(h/l)^2] \quad (2)$$

При $l/h < 20$ - T_1 пресмятаме по зависимостта:

$$T_1 = 1.000 + 6.585(1 + 0.0752\mu + 0.8109\mu^2)(h/l)^2 - 0.868(h/l)^4 - \frac{8.340(1 + 0.2023\mu + 2.173\mu^2)(h/l)^4}{1.000 + 6338(1 + 0.1408\mu + 1.536\mu^2)(h/l)^2} \quad (3)$$

където:

μ - коефициент на Поасон



Фиг. 1. Установка за изследване вибрациите при огъване

Комплекцията на измервателната апаратура е следната:

- микрофон на фирмата “Audio-technica” - AT2031;
- специализиран софтуер “Spectra PLUS”;
- звукова карта “M-Audio Audiophile 192”.

3. Експериментални резултати

Експерименталните образци са с форма на правоъгълен паралелепипед (тип греда) с размери 30x30x370 mm, съобразени с общоприетите стандартизационни норми.

Отлети са 3 бр ПБ епруветки за да се минимизират случайните грешки фиг.2.



Фиг. 2. Снимка на формата за отливане на ПБ образци.

Опитната постановка за определяне на динамичния модул E_d е показана на фиг. 3.

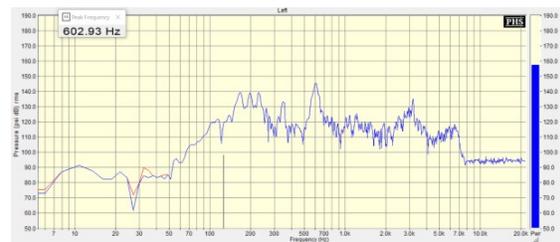


Фиг. 3. Опитна установка за определяне на f_f

Получените честотни спектри са показани на фигури от 4 от 15. От тях са отчетени стойностите на фундаменталната честоти на образца.



Фиг. 4. Честотен спектър за образец 1 ден 5



Фиг. 5. Честотен спектър за образец 1 ден 7



Фиг. 6. Честотен спектър за образец 1 ден 13



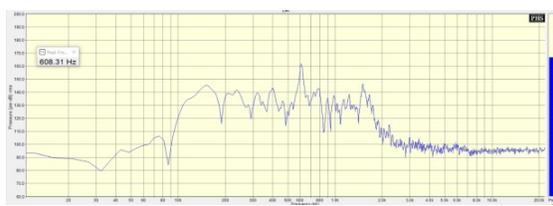
Фиг. 7. Честотен спектър за образец 1 ден 18



Фиг. 8. Честотен спектър за образец 2 ден 5



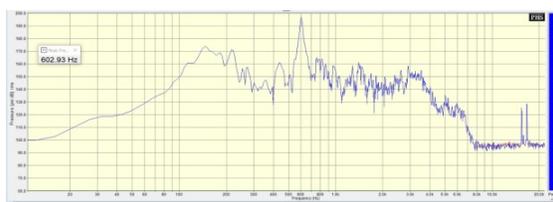
Фиг. 9. Честотен спектър за образец 2 ден 7



Фиг. 10. Честотен спектър за образец 2 ден 13



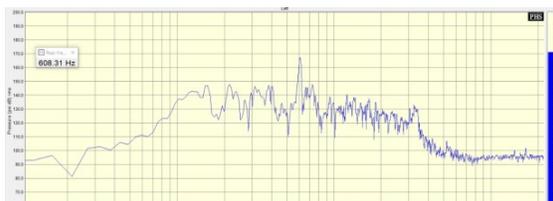
Фиг. 11. Честотен спектър за образец 2 ден 18



Фиг. 12. Честотен спектър за образец 3 ден 5



Фиг. 13. Честотен спектър за образец 3 ден 7



Фиг. 14. Честотен спектър за образец 3 ден 13



Фиг. 15. Честотен спектър за образец 3 ден 18

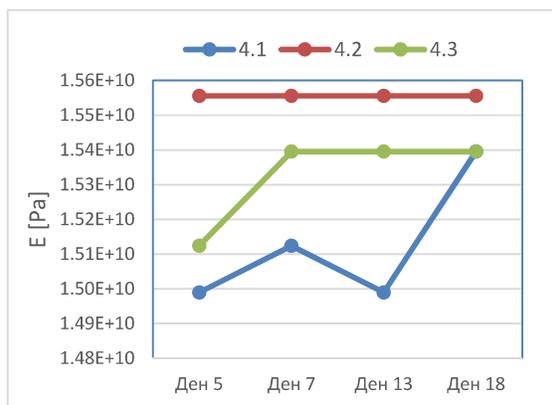
Отчетените стойности на огъващите честоти и пресметнатите модули на линейни деформации са представени в табличен вид, табл.1

Табл. 1 Експериментални резултати

	№	f_f [Hz]	m [kg]	E [Pa]
Ден 5	1	600.24	0.598	1.50E+10
	2	608.31	0.620	1.56E+10
	3	602.93	0.598	1.51E+10
Ден 7	1	602.93	0.598	1.51E+10
	2	608.31	0.620	1.56E+10
	3	608.31	0.598	1.54E+10
Ден 13	1	600.24	0.598	1.50E+10
	2	608.31	0.620	1.56E+10
	3	608.31	0.598	1.54E+10
Ден 18	1	608.31	0.598	1.54E+10
	2	608.31	0.620	1.56E+10
	3	608.31	0.598	1.54E+10

Табл. 2 Изменение на модула

	Образец		
	1	2	3
Ден 5	1.50E+10	1.56E+10	1.51E+10
Ден 7	1.51E+10	1.56E+10	1.54E+10
Ден 13	1.50E+10	1.56E+10	1.54E+10
Ден 18	1.54E+10	1.56E+10	1.54E+10
Изменение	2.7%	0.0%	1.8%
	1.50%		



Фиг. 16. Изменение на модула по дни

Пресметнато е отклонение на модула в проценти и е показано графично изменението му по дни, фиг.16.

4. Анализ на получените резултати

От анализа на получените стойности на динамичния модул на линейни деформации се налагат следните изводи:

Стойностите на му се изменят между 0÷2,7%.

По време на втвърдяването на полимербетонната смес модула остава постоянен.

Възможностите за получаване на достоверна информация относно модулите за този тип композити с предложената методика и измервателна апаратура са реални и адекватни.

При определяне на динамичния модул с помощта на експерименталния модален анализ са отчетени фундаменталните огъващи честоти на изследваните образци от честотните им спектри.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cakir, Ferit & Karimi, Armin & ulu, arif & gündoğdu, mustafa. (2021). Effects of resins on mechanical performance of polymer concrete Effects of resins on mechanical performance of polymer concrete. 10.14256/JCE.3187.2021.
2. Bedi, Raman & Sharma, Renu. (2015). Damping studies on fibre-reinforced epoxy polymer concrete using Taguchi design of experiments. International Journal of Materials Engineering Innovation. 6. 10.1504/IJMATEI.2015.069799.
3. Bruni, C., Forcellese, A., Gabrielli, F. and Simoncini, M.: Hard turning of an alloy steel on a machine tool with a polymer concrete bed, Journal of Materials Processing Technology, 493–499, 2007.
4. Haddad, H. and Al Kobaisi, M.: Optimization of the polymer concrete used for manufacturing bases for precision tool machines, Composites: Part B, 3061–3068, 2012
5. Application of Mineral Casting for Machine Tools Beds. Available from: https://www.researchgate.net/publication/317253190_Application_of_Mineral_Casting_for_Machine_Tools_Beds [accessed Oct 28 2022].
6. Dimitrov, Diyan. (2014). ОТНОШНО ТОЧНОСТТА НА ИЗМЕРВАНЕ НА МОДУЛА НА ЕЛАСТИЧНОСТ ЧРЕЗ ИМПУЛСНО РЕЗОНАНСЕН МЕТОД. Известия на съюза на учените -Варна (ISSN 1310-5833). 106-110.
7. ASTM E1876 - 02. Standard Test Method for Dynamic Young's Modulus, Shear Modulus, and Poisson's Ratio by Impulse Excitation of Vibration.

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от проект BG05M2OP001-1.002-0023 – Център за компетентност „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии" на ТУ-София, филиал Пловдив.