

Experimentări de laborator privind obținerea și caracterizarea cimenturilor cu capacitate sporită de ecranare a radiațiilor gamma

În cadrul acestei etape a proiectului s-au realizat experimentări de laborator în vederea obținerii și caracterizării cimenturilor cu capacitate sporită de ecranare a radiațiilor gamma. S-a avut în vedere optimizarea compoziției acestora în corelare cu efectul de ecranare a radiațiilor gamma. Rețetele optime selectate din punct de vedere al caracteristicilor fizico-mecanice și al capacității de ecranare au fost testate la punerea în operă prin realizarea de betoane pe baza de cimenturi cu capacitate de ecranare a radiațiilor gamma.

Pentru atingerea obiectivelor fazei s-au derulat următoarele activități:

Elaborarea și realizarea modelului experimental - cimenturi cu adaosuri speciale care să confere capacitate sporită de ecranare a radiațiilor gamma. Pentru elaborarea modelului experimental s-au caracterizat materiile prime care au fost utilizate pentru realizarea cimenturilor. S-au realizat rețete de ciment cu diverse tipuri de material cu greutate specifică mare (barită – BaSO₄ și witherit – BaCO₃). Pentru a stabili dozajul optim de adaos cu greutate specifică mare s-au realizat cimenturi cu câte 3 proporții din fiecare tip de adaos.

Caracterizarea cimenturilor cu adaosuri speciale cu capacitate sporită de ecranare a radiațiilor gamma. A fost urmărită influența tipului și proporția de adaos cu greutate specifică mare asupra caracteristicilor fizico-mecanice și asupra capacității de ecranare a radiațiilor gamma. Pe baza rezultatelor obținute s-a stabilit proporția optimă de adaos, aceasta fiind de 20% atât în cazul adaosului de barită cât și în cazul utilizării BaCO₃ ca adaos la măcinarea cimentului.

Urmărirea comportării în betoane a cimenturilor cu adaosuri speciale cu capacitate sporită de ecranare a radiațiilor gamma. Rețetele optime de ciment au fost testate la punerea în operă prin urmărirea comportării acestora în betoane. Betoanele au fost realizate astfel încât să răspundă cerințelor de impermeabilitate sporită la radiații gamma, caracteristice betonului compact, cu raport A/C optim pentru atingerea lucrabilității care să asigure compactarea maximă, fără riscul golurilor sau apariției segregării. S-a stabilit compoziția optimă pentru betoane cu cimenturi speciale, pe criteriul raportului A/C minim și a compactității maxime, conform principiului de calcul adoptat, pe baza volumelor absolute. Betoanele au fost caracterizate atât din punct de vedere al caracteristicilor fizice și mecanice (în stare proaspătă și în stare întărită) cât și din punct de vedere al capacității de ecranare a radiațiilor gamma. De asemenea s-a realizat, prin microscopie electronică cu baleiaj (SEM) cuplată cu sonda EDAX, caracterizarea microstructurală a betoanelor pe bază de cimenturi cu capacitate sporită de ecranare a radiațiilor gamma.

Suplimentar față de activitățile prevăzute a se derula în cadrul acestei etape s-a realizat și caracterizat, din punct de vedere fizico-mecanic și al capacității de ecranare, un ciment cu finețe de măcinare avansată care conferă o compactitate mai bună a betonului determinând astfel o mai bună capacitate de ecranare.

În urma derulării activităților prevăzute se desprind următoarele concluzii:

- Prin dozarea în proporție de 10%, 20% și 30% în rețetele de ciment a celor două materiale cu greutate specifică mare s-au obținut cimenturi a căror rezistență mecanică la compresiune dezvoltată la termenul de 28 zile le încadrează, în funcție de proporția de adaos în clasele de rezistență 32,5R, 42,5N și respectiv 42,5R. Din punct de vedere al caracteristicile fizice ale cimenturilor, se observă creșterea timpului de priză odată cu creșterea proporției de adaos;
- În vederea testării capacității de ecranare a radiațiilor s-au realizat paste de ciment, cu raport apă/ciment 0,4. S-a observat o comportare mai bună a cimenturilor cu adaos

comparativ cu cimentul etalon. În cazul cimentului cu adaos de barită sau carbonat de bariu în proporție de 30% s-a înregistrat o creștere de aproximativ 14% și respectiv 5% a coeficientului liniar de atenuare comparativ cu cimentul fără adaos. Creșterea coeficientului liniar de atenuare în cazul cimentului cu adaos de barită a fost mai mare comparativ cu cea a cimentului cu adaos de carbonat de bariu pentru energiile radiațiilor gamma emise de Co-60 și Cs-137, iar în cazul radiațiilor gamma emise de Ir-192 valoarea coeficientului de atenuare liniar a fost practic aceeași;

- Pe baza caracteristicilor fizico-mecanice și a capacității de ecranare a radiațiilor gamma, pentru fiecare tip de adaos cu greutate specifică mare s-au stabilit rețetele optime de ciment ca fiind cimentul cu 20% barită și cel cu 20% BaCO₃ – care au fost utilizate la realizarea betoanelor;
- Betoanele obținute au fost coezive, lucrabile, fără să prezinte fenomenul de segregare și de separare a apei. Tasarea a avut valori de 3 – 4 cm, caracteristice clasei de consistență determinate prin tasare S1;
- Betoanele au îndeplinit cerințele minime pentru clasa de rezistență C35/40, atât betonul cu ciment etalon, cât și betoanele cu ciment cu adaos de 20% sulfat de bariu (baritină) sau 20% carbonat de bariu (whitherit);
- *Adâncimea de pătrundere a apei sub presiune* este redusă pentru toate betoanele, sub limita de 50% din adâncimea prestabilită de 100 mm. Cea mai scăzută valoare medie, aproape nesemnificativă, de 2,2 mm, o are betonul cu ciment cu adaos de baritină, practic acest beton este impermeabil la pătrunderea apei la presiunea de 5 bari;
- Valorile coeficienților de omogenitate a betonului cu cele trei tipuri de ciment sunt foarte apropiate, și mult sub limita 2% a coeficientului de variație total pentru includerea în *Clasa I - omogenitate foarte bună*: $C_v \leq 2\%$;
- *Din punct de vedere al modulului de elasticitate dinamic* betoanele cu cimenturi speciale, au valori ridicate și destul de apropiate ale modulului de elasticitate dinamic, ca urmare a compactității mari, influențate semnificativ de raportul A/C relativ mic (0,38). Valorile ridicate ale modulului de elasticitate dinamic sunt corelate cu alte caracteristici fizice: densitatea și absorbția de apă, ca măsură a porozității deschise;
- *Din punct de vedere al capacității de atenuare a radiației gamma* - coeficientul liniar de atenuare al betonului în a cărui compoziție s-a folosit barită/carbonat în proporție de 20 % a avut o creștere de aproximativ 4%, comparativ cu betonul în a cărui compoziție s-a folosit ciment etalon (fără adaos);
- Cercetările suplimentare realizate, prin obținerea de cimenturi unitare (fără adaos) cu finețe avansată, au scos în evidență creșterea valorii coeficientului liniar de atenuare respectiv o capacitate de ecranare mărită a radiațiilor gamma în cazul acestor cimenturi comparativ cu cimenturile cu o finețe uzuală. Creșterea fineții de măcinare a cimentului cu 4500 cm²/g a condus, în funcție de tipul sursei radioactive utilizate, la îmbunătățirea capacității de ecranare a radiațiilor gamma cu 8 - 12%.

Diseminarea rezultatelor cercetării s-a realizat prin:

- prezentarea lucrării „Cement with advanced fineness used for gamma radiations shielding”, la „18th Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering”, Sinaia, Romania, September 2013 (care a fost publicată și în volumul conferinței S6/11-14);
- prezentarea lucrării „Cement with high density raw materials for the shielding of X and gamma rays”, la „3rd International Advanced in Applied Physical & Materials Science Congress – APMAS 2013”, April 24 – 28, Turkey;

- Articolul „The physical properties of the concretes with special cements, for gamma radiation shielding”, în Buletinul Științific UTCB (în curs de publicare);

- A fost acceptată ca poster la conferința internațională „4th International Advanced in Applied Physics & Materials Science Congress – APMAS 2014”, April 24 – 27, 2014, Antalya, Turkey, lucrarea Gamma ray shielding properties of some concrete materials.

Protejarea drepturilor de proprietate industrială – s-a realizat prin depunerea a doua cereri de brevet:

A 00904/2013 – Ciment Portland cu finețe avansată cu capacitate de ecranare a radiației gamma

A 00905/2013 – Ciment cu capacitate de ecranare a radiațiilor gamma

– A fost actualizata pagina web a proiectului.

Rezultate așteptate – indicatori de rezultat:

- Documentație tehnică
- Număr de produse și tehnologii rezultate din activitatea de cercetare: 2
- Număr de articole/comunicări: 3
- Cerere de brevet: 2