

Таблица 3 Система технологических режимов процесса набора морозостойкости бетона в конструкциях с  $M_p=8M^{-1}$  при  $\mu=const$ ,  $[(t_{z1} - t_{z2})/t_{z1}] \cdot 100 \leq 5\%$  и,  $[(t_{z1} - t_{z2})/t_{z1}] \cdot 100 \leq 5\%$

№	$\mu$	$t_5, ^\circ C$		$t_1, ^\circ C$		$t_6, ^\circ C$		$\tau, ч$		$K_2, \text{Вт}/(\text{м}^2 \text{К})$	
		от	до	от	до	от	до	от	до	от	до
1	0,012	-5	-25	4,6	21,4	1	4	131	112	0,522	0,618
2	0,636	-5	-25	4,6	24,6	1	6	131	100	0,498	0,647
3	1,273	-5	-25	4,6	26,2	1	7	131	94	0,474	0,647
4	1,910	-5	-25	4,6	27,8	1	8	131	89	0,452	0,647
5	2,547	-5	-25	4,6	27,8	1	8	131	89	0,431	0,615
6	3,184	-5	-25	4,6	27,8	1	8	131	89	0,411	0,585
7	3,821	-5	-25	4,6	29,4	1	9	131	84	0,392	0,584
8	6,369	-1	-25	2,2	31,0	1	10	131	79	0,242	0,592

Предложенная система рациональных технологических режимов процесса набора прочности бетона обеспечивает, в целом, энергосберегающие режимы возведения зданий.

#### Литература

1. Bobko T.F. Optymalizacja potencjału energetycznego tężenia mieszanki w aspekcie zapewnienia wymaganej mrozoodporności betonu i elementów konstrukcyjnych. Wyniki badań. Podstawy modelowania i prognozowania. Monografia 47. Politechnika Częstochowska. Częstochowa, 1997.-243s.

## ANALIZA WYKORZYSTANIA ODPADÓW PRZEMYSŁOWYCH W CELU OTRZYMANIA POLIMERBETONÓW ODPÓRNYCH CHEMICZNIE

Z. Zinowicz, M. Błaszczak, K. Lenik\*

Politechnika Brzeska, Politechnika Lubelska \*

Polimerowe materiały kompozytowe są szeroko stosowane w budownictwie przemysłowym szczególnie chemicznym. Przy opracowaniu nowych kompozycji

polimerowych wykorzystuje się dodatki, napelniacze modyfikujące i polepszające ich właściwości fizyko-mechaniczne i chemiczne. Odmienne zagadnienie stanowią dodatki i napelniacze modyfikujące na bazie odpadów z wielu gałęzi przemysłu. Ich zastosowanie podwyższa ekonomikę produkcji materiału i jednocześnie pozwala zmniejszyć zanieczyszczenie środowiska.

Przemysłowe materiały odpadowe powstają jako produkt uboczny podczas hutniczej przeróbki rud w dużej ilości - na każdą tonę otrzymanego żeliwa powstaje jedna tona żużla. Żużle różnią się swoimi właściwościami uzależnionymi od szybkości chłodzenia i składem chemicznym.

Mogą być otrzymywane bardzo odporne materiały, które stosuje się jako tłuczeń i żwir, piasek żużlowy lub kruszywo spieniające. Skład chemiczny żużla niklowego w % wynosi:  $\text{SiO}_2$ , 52 - 55 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  8 %;  $\text{CaO}$  7 %;  $\text{MgO}$  25%;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  5%. Cennym produktem ubocznym jest mikrokrzemionka o średnicy około 0,1 mm otrzymywana przy produkcji stopów żelazo-krzem o zawartości  $\text{SiO}_2$  95 - 97 %. W zakładach energetycznych, kotłowniach przemysłowych w których spala się węgiel brunatny lub kamienny powstają odpady lub popioły w ogromnych ilościach ( w Polsce 20 mln. ton rocznie ) Skład chemiczny zawiera w %:  $\text{SiO}_2 > 45$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 > 20$ .

Polimerbetonowe materiały kompozytowe posiadają dobre własności fizyko - mechaniczne, wysoką wytrzymałość do działania czynników agresywnych, mały współczynnik przewodzenia ciepła, co umożliwi w dalszej perspektywie wykorzystanie ich jako materiałów konstrukcyjnych i pokryć ochronnych. Naprężenia wytrzymałościowe przy ściskaniu polimerbetonów wynoszą 100 - 150 MPa, przy rozciąganiu 10 - 15 MPa, przy zginaniu 20 -30 MPa, moduł sprężystości przy rozciąganiu 10 - 40 GPa, współczynnik cieplnej rozszerzalności liniowej  $< 0,5$  %.

Opracowane kompozycje polimerowe na podstawie monomeru furfurylowoacetonowego wykorzystano do ochrony zbiorników pojemnościowych oraz konstrukcji stalowych eksploatowanych w środowisku kwaśnym. W tym przypadku jako dodatki modyfikujące wykorzystano odpady przemysłu koksochemicznego, oraz osad krzemianowy na bazie tlenku wapnia i pyłu szamotowego. Kompozycja polimerbetonowa na bazie odpadów oligomerowych przemysłu koksochemicznego posiada następujący skład: monomer furfurylowoacetalowy 12 - 14 %, kwas benzenosulfonowy 2,0 - 3,5 %, mączka andezytowa 21 - 27 %. Wprowadzenie reszt kadziowych po rektyfikacji benzolu i odpadów oligomerowych, pozwala zmniejszyć ciężar polimerbetonu, jego lepkość oraz zwiększyć elastyczność przy zachowaniu wysokiej wytrzymałości i odporności na korozję. Polimerbeton pod działaniem kwasu solnego i siarkowego, a także w gorących roztworach trawiących kwasu

siarkowego utwardza się z powstaniem usieciowanej struktury. Wykorzystuje się go dla przygotowania zbiorników trawiących w przedsiębiorstwach metalurgicznych i zbiorników do estryfikacji w zakładach koksochemicznych i galwanicznych. Efekt ekonomiczny zależy od stopnia wymiany metalicznych wanień trawiących na polimerbetonowe.

Opracowany skład kompozycji polimerbetonowej na bazie oligomerów (produkt polimeryzacji ciekłej frakcji benzenu), wchodzi monomer furfuryloacetalowy (6-20%), kwas benzenosulfonowy (1,8 - 2,0%), tłużeń granitowy (51 - 54%), drobno mielony piasek kwarcowy (8 - 10%), żywica winiltrioksyluksanowa 0,6-1,0%.

Wprowadzenie winiltrioksyluksanu do kompozycji polimerbetonowej składającej się z monomeru furfuryloacetalowego, żywicy poliestrowej typu PN - 10 i włókna szklanego pozwala otrzymać polimerbeton wytrzymały na działanie wielu czynników agresywnych i mechanicznych.

Dla izolacji rur stalowych została opracowana kompozycja polimerbetonowa w skład której wchodzi: poliizocjan, dietyloglikol, aceton, trietyloamin, i wypełniacze mineralne - mączka andezytowa. Przy wykorzystaniu izolacji polimerbetonowej uproszczono technologię wykonywania rur izolowanych, zmniejszając objętość konstrukcji żelazo-betonowej do 70% i jednocześnie podwyższając wartość użytkową, poprzez podwyższenie niezawodności i czasu użytkowania, zmniejszeniem kosztów związanych z obsługą remontami, a także strat energii cieplnej. Izolację polimerbetonową można stosować przy uszczelnianiu sieci ciepłowniczych naziemnych i podziemnych o średnicy 50 - 325 mm i przy temperaturze pracy do 160 °C i ciśnieniu roboczym 1,6 MPa.

Przy wprowadzeniu do kompozycji polimerbetonowej kwasu benzenosulfonowego skraca się czas trwania utwardzania i wzrasta wytrzymałość na ścislenie polimerbetonu. W skład takiej kompozycji wchodzi: poliizocjan 27,53 - 28,12%, dwumetyloketon 4,82 - 4,92%, dietyloglikol 8,95 - 9,13%, trietyloamin 0,34 - 0,35%, polietylohydroksyluksan 0,55 - 0,56, kwas benzenosulfonowy 0,70 - 2,75%, pozostała część to mączka andezytowa. Dla podwyższenia współczynnika parametrów fizyko - mechanicznych, zmniejszenia wodochłonności i kosztowności polimerbetonów na bazie poliizocjanów jako inicjatora utwardzania wykorzystuje się główną frakcję po destylacji kalafonii z wykorzystaniem wypełniacza. Przedstawiona kompozycja polimerbetonowa posiada następujący skład: poliizocjan 20 - 40%, dietyloglikol 10 - 18%, etylosilikon sodu 1 - 3%, główna frakcja po destylacji kalafonii 4 - 6%, odpad produkcji białej sadzy 33 - 65%.

Na bazie żywicy poliestrowej otrzymano polimerbetony ze zwiększoną trwałością i wytrzymałością na działanie czynników kwaśnych i alkalicznych.

Tak wysoką trwałość i wytrzymałość na działanie czynników kwaśnych i alkalicznych posiadają kompozycje polimerbetonowe o następującym składzie : żywica poliestrowa 10 - 15 % , piasek z granulowanego żużla fosforanowego 23 - 30 % , mikrowypełniacz z granulowanego żużla fosforanowego 7 - 12 % , pozostała część to tłuczeń z żużla fosforanowego . Wytrzymałość chemiczna polimerbetonu zawierającego włókno szklane na bazie żywic poliestrowych typu PN -10 , PN - 15 i PN - 16 znacząco wzrasta po wprowadzeniu do kompozycji aktywnych dodatków na bazie tlenku cynku. Taki polimerbeton wykorzystano do wykonania monolitycznych posadzek przemysłowych, korpusów i fragmentów korpusów wielu urządzeń przemysłowych.

Dla wykonania konstrukcji budowlanych i antykorozyjnych pokryw ochronnych, wytrzymałych na działanie środowiska alkalicznego , kompozycja polimerbetonowa zawiera: 10 - 15 % nienasyconej żywicy poliestrowej, 0,6 - 10 % naftenu kobaltu, 0,2 - 0,6 % roztworu toluenu, stearyniju manganu i ołowiu 1,5 - 2,5 % dyspersyjnego tlenku manganu, 20 - 30 % agloporytu i piasku kwarcowego.

Wprowadzenie do kompozycji polimerbetonowej na bazie nienasyconych żywic poliestrowych przy wykorzystaniu napęczniacza z pyłowych odpadów z pieców topiących i elektrosublimumujących rudy fosforu, pozwala podwyższyć ciepło-, ognio-, i wodochłonność polimerbetonu, a także jego wytrzymałość na działanie 30 % - owych roztworów kwasu siarkowego i hydroksylu sodu. Wykorzystano w kompozycji celem polepszenia jej jakości żużel glinokrzemianowy jako komponent, powstały w czasie wytapiania frakcji żelazokrzemowej o wielkości ziaren 0,14 - 5 mm . Natomiast w obecności krzemowego komponentu odpadu produkcji białej sadzy na bazie SiO<sub>2</sub> umożliwia otrzymanie polimerbetonu o podwyższonej wytrzymałości chemicznej. Opracowane polimerbetony utwardzane na zimno na bazie poliesterów, kwasów akrylowego i metaakrylowego jako spoiwa występują pod nazwami MGF -9 , TGM -3. W obecności przyspieszacza utwardzania zastosowano keton metylowinylowy, natomiast jako plastyfikator U - 30, zmniejszający skurcz polimerbetonu przy utwardzaniu.

Polimerbeton na bazie żywicy dwufurfurylenoacetonu-monofurfurylenoacetonu typu DIFA-MF, zawierający andezyt, piasek rzeczny i tłuczeń granitu posiada wysoką wytrzymałość na działanie żrącego sodu, kwasu siarkowego , roztworów soli, kwasu fosforowego i solnego. Wprowadzenie tej żywicy pozwoli zwiększyć czas pracy specjalnych konstrukcji budowlanych przemysłu chemicznego. W celu podwyższenia wytrzymałości na zginanie i ściskanie polimerbetonu i zmniejszenia jego wodochłonności wprowadzono modyfikator do nasycania betonu zawierający fenole łupkowe i furfurole.

Materiały polimerbetonowe kwasoodporne i o dużej wytrzymałości mechanicznej otrzymano z kompozycji o następującym składzie : proszek diabazytowy + piasek kwarcowy + apret + ciekłe szkło . Kompozycje poddano obróbce termicznej przy 70 - 100 °C w czasie 4 - 10 godz. Po odpowietrzeniu próbek nasycono je metylometakrylanem i przeprowadzano następnie polimeryzację w betonie. Wprowadzenie krzemooorganicznych apretur ( alkilo- i alkenosiloksany) metali alkalicznych po nasyceniu betonu podwyższają jego wytrzymałość na ściskanie od 1,3 do 1,4 razy , kwasoodporność 2 razy.

Uogólniając polimerbetony wykorzystuje się do wykonywania konstrukcji budowlano-przemysłowych pracujących w środowiskach agresywnych. Wysoko napełnione polimerbetony produkowane przemysłowo na bazie oligomeru furfurol-acetonowego ( FAM) posiadają istotne braki - niewysoką trwałość i termo wytrzymałość Badane przez nas polimerbetony na bazie oligomerów są typu furyloksyluksanowego  $[(\text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2\text{O})_{4-2n}\text{SiO}_n]_m$  z  $n=0,5$  i  $m=2$  (spoiwo I);  $n=1,0$  i  $m=5$  (spoiwo II);  $n=1,5$  i  $m=75$  (spoiwo III) i tetrafurfuryloksyluksanu (FAC).

Nazwa wskaźnika	spoiwo			
	FAM	$(\text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2\text{O})_4\text{Si}$	$(\text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2\text{O})_3\text{SiO}_{0,5}2$	$(\text{C}_6\text{H}_4 - \text{CH}_2\text{O})\text{SiO}_{1,5}75$
wytrzymałość na rozciąganie, MPa	6,12 2,45* 4,20**	5,71 4,97* 5,32**	6,53 5,71* 6,45**	12,04 11,84* 12,00**
wytrzymałość na ściskanie, MPa	71,43	69,83	76,92	86,73
wskaźnik palności	0,28	0,20	0,14	0,10
tangens kąta strat dielektrycznych, v	0,06	0,03	0,02	0,015

\* - przy temperaturze badan 373 K, \*\* - po trzymiesięcznym przetrzymaniu w 10 % roztworze H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Wykorzystanie najbardziej skondensowanego oligomeru o składzie III pozwala do 2 razy zwiększyć wytrzymałość na rozciąganie , do 20 - 25 % wytrzymałość na ściskanie, i do 5 razy termowytrzymałość , do 3 razy kwasoodporność, powyżej 2,5 razy zmniejszyć palność i do 4 razy zwiększyć własności dielektryczne a także zmniejszyć do 3 - 5 razy zawartość katalizatora.

W ten sposób zostają wykorzystane kompozycje polimerbetonowe

zawierające odpady wielu gałęzi przemysłu takich jak: chemiczny, metalurgiczny pozwala powiększyć czas użytkowania konstrukcji i urządzeń budowlanych.

#### Literatura

1. Furansilikone polymers: novel materials for the preparation advanced composites. 14-th International scientific conference "Advanced materials and technologies". Gliwice- Zakopane, Maj 1995.

2. Modified epoxyorganosilane compositions. 14-th International scientific conference "Advanced materials and technologies". Gliwice- Zakopane, Maj 1995.

3. Termostojkie kompozycyjne materiały dla remonta letatelných aparatów. Materiały międzynarodowej konferencji, poświęconej Pawłu Suchomu. Białoruskaja inżynernaja Akademiya, Gomel 1996.

## ТЕХНОЛОГИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Б.Н.Житенев, Р.И.Ставринова, Н.С.Житенева

Политехнический институт  
Брест, Республика Беларусь

*Предложена технология обезвреживания отработанных электролитов и утилизации кислотных аккумуляторных батарей.*

ОТРАБОТАННЫЙ, ЭЛЕКТРОЛИТ, АККУМУЛЯТОРНАЯ, БАТАРЕЯ,  
ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ, УТИЛИЗАЦИЯ

Республика Беларусь по объемам перевозок выходит на одно из ведущих мест в Европе, опережая ряд развитых стран. Большая часть грузов и значительная часть пассажиров перевозится с помощью автотранспорта. На территории Бреста и Брестской области сосредоточена значительная часть автомобильного парка республики, который принадлежит крупнейшим международным перевозчикам: "Совавто- Брест", "Интеравтотранс", "Брестоблавтотранс"; ведомственным автобазам, а также предприятиям различных форм собственности.

На каждом автомобиле установлена аккумуляторная батарея, срок службы которой, в основном, колеблется от 3 до 5 лет. Затем необходима замена её или реставрация. В основном, батареи заменяются на новые.

Утилизация отработанных батарей осуществляется через "Вторцветмет", который принимает свинцовые аккумуляторы от организаций. При этом, в обязательном порядке батарея должна быть "сухой", т.е.