



WŁAŚCIWOŚCI KRUSZYW WAPIENNYCH

W ŚRODOWISKU
O WYSOKIEJ
ZAWARTOŚCI ALKALIÓW

■ DR HAB. INŻ. ARTUR ŁAGOSZ
Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego

Z TEKSTU
DOWIESZ SIĘ:

- ✓ jakie kruszywa wapienne poddano badaniom,
- ✓ na czym polegała ocena ich właściwości,
- ✓ jakie rezultaty uzyskano podczas testów.



posłużyły do przygotowania betonów, spełniających kryteria klasy wytrzymałości co najmniej C30/37 oraz klasy ekspozycji XF3 i XF4 wg EN 206, co jest charakterystyczne dla konstrukcji pracujących w warunkach typowych dla obiektów mostowych.

W dwóch poprzednich artykułach przedstawione zostały właściwości badanych kruszyw wapiennych, które w największym stopniu kształtują trwałość betonów, a dodatkowo dokonano oceny mrozoodporności w obecności środków odladzających wg EN 1367-6. Zaprezentowano też wyniki badań betonów, wykonanych w oparciu o wyżej wymienione kruszywa oraz przedstawiono wartości uzyskanych modułów sprężystości. Tym samym potwierdzono spełnienie przez nie kryteriów określonych przez GDDKiA dla analizowanych właściwości kruszyw, jak również zaprojektowanej mieszanki betonowej zgodnie z wymogami „WWIORB M-13.02.00 v2; (2019) Beton konstrukcyjny w drogowych obiektach inżynierskich”.

PROGRAM BADAŃ REAKTYWNOŚCI KRUSZYW

Mając na uwadze nacisk GDDKiA na wieloletnią trwałość obiektów inżynierskich w infrastrukturze drogowej, program badań uwzględnił rozszerzoną ocenę odporności kruszyw wapiennych na oddziaływanie środowiska alkalicznego. Kruszywa poddano ocenie potencjalnej reaktywności alkalicznej wg PN-B-06714-46, ocenie petrograficznej uwzględnionej następnie w procedurze GDDKiA PB/3/18 z analizą składu chemicznego kruszyw, reaktywności alkalicznej metodą przyspieszoną wg procedury GDDKiA PB/1/18 oraz długoterminową wg procedury GDDKiA PB/2/18 zarówno w zakresie reakcji alkalia-krzemionka, jak i alkalia-węglany (badania wg procedury PB/2/18 zlecono do Laboratorium Surowców i Wyrobów Budowlanych, Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Sieć Badawcza Łukasiewicz). Badania długoterminowe, którym poddano jedynie frakcje 8/16 mm (jako potencjalnie w większym stopniu narażone na zmiany destrukcyjne betonu wskutek reakcji ACR)

poprzedzono oceną reaktywności alkalia-węglany z wykorzystaniem powiązanych ze sobą procedur RILEM AAR-2.2 i AAR-5. Do każdego badania pozyskiwano cementy spełniające kryteria składu i cech fizycznych wskazane w odpowiednich normach lub procedurach badawczych.

ODPORNOŚĆ KRUSZYW WAPIENNYCH NA ODDZIAŁYWANIE ŚRODOWISKA ALKALICZNEGO NA PODSTAWIE UZYSKANYCH WYNIKÓW BADAŃ

Przeprowadzona ocena petrograficzna kruszyw powiązana z ich analizą chemiczną w zakresie pierwiastków związanych z potencjalnymi składnikami zanieczyszczającymi w stosunku do węgla wapnia wykazała, w przypadku każdego kruszywa, występowanie minerałów uznawanych za reaktywne w środowisku alkalicznym. Potencjalne zagrożenie ze strony kruszyw węglanowych reakcją alkalia-kruszywo spowodowało konieczność przeprowadzenia badań, które w sposób bardziej bezpośredni mogłyby pozwolić na weryfikację jego właściwości w tym zakresie.

Kruszywa wszystkich frakcji poddano ocenie potencjalnej reaktywności alkalicznej z wykorzystaniem procedury zawartej w PN-B-06714-46. Wszystkie uzyskane wyniki badań w postaci procentowego ubytku mas próbek kruszyw poddanych oddziaływaniu 4% lub 10%-owego roztworu NaOH są mniejsze niż 0,5%, co wg kryteriów stosowanych dla tej procedury pozwala na klasyfikację poddanych ocenie kruszyw wapiennych jako kruszywa niereaktywne. Ponieważ norma PN-B-06714-46 została już wycofana z użytku, ocenę reaktywności rozszerzono o nowsze procedury inspirowane normami ASTM oraz procedurami RILEM.

Uzyskane wyniki badań kruszyw frakcji 8/16 mm metodami przyspieszonymi w zakresie reakcji alkalia-krzemionka oraz alkalia-węglany z wykorzystaniem procedury GDDKiA PB/1/18, wzorowanej na ASTM C1260 (reaktywność ASR) oraz pary procedur RILEM AAR-2.2 i AAR-5 (reaktywność ACR) zaprezentowano w tab. 1.

Zapraszamy Państwa do zapoznania się z kolejnym artykułem z serii poświęconej tematyce zastosowania kruszyw wapiennych w betonie konstrukcyjnym. W tej części zostaną przedstawione wyniki badań i ocena właściwości kruszyw wapiennych w środowisku o wysokiej zawartości alkaliów.

Badania prowadzone były przez Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego przy współpracy z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie w ramach projektu badawczego. Analizie poddano kruszywa grube wapienne pochodzenia kambryjskiego (zakład Wojcieszów) oraz dewońskiego (zakłady Miedzianka i Trzuskawica). Kruszywa te

Rodzaj oznaczenia	Charakter wyniku po 14 dniach	Wynik pomiaru dla kruszywa			Kryterium dla kruszyw niereaktywnych	
		Miedzianka	Truskawica	Wojcieszów		
ASR wg GDDKiA PB/1/18 (ASTM C1260)	zmiany liniowe, $r_{a,SR}$ %	0,03	-0,03	0,02	≤ 0,10%	
	powierzchnia próbek	brak zmian	brak zmian	brak zmian		
	Wynik oceny	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]		
ACR wg RILEM	AAR-2.2	zmiany liniowe, $r_{a,SR}$ %	0,02	0,00	0,06	AAR-2 < 0,08% i AAR-5 < AAR-2
		powierzchnia próbek	brak zmian	brak zmian	biały osad	
	AAR-5	zmiany liniowe, $r_{a,SR}$ %	0,04	0,02	0,04	
		powierzchnia próbek	biały osad	biały osad	biały osad	
	Wynik oceny	wymaga badań dłu-goterminowych	wymaga badań dłu-goterminowych	brak podatności na reakcję ACR		

TAB. 1. | Wyniki badań reaktywności kruszyw wapiennych metodami przyspieszonymi oceny ASR i ACR

Prezentowane wyniki dotyczą badań ekspozycji odpowiednio przygotowanych próbek przez 14 dni w 1M roztworze NaOH w temp. 80°C. Uzyskane wyniki wykazały, że wszystkie analizowane kruszywa wapienne powinny być klasyfikowane w zakresie reakcji ASR jako niereaktywne, w związku z uzyskaniem wyników badań zmian liniowych (ekspansji) mniejszych niż 0,10%. Wyniki badań w zakresie, jak można określić, potencjalnej reaktywności ACR na podstawie badań wg procedur RILEM nie pozwoliły na jednoznaczne wykazanie braku reakcji ACR, bowiem nie zostało spełnione kryterium zmian liniowych dla wyników z obu procedur, tj.: AAR-5 < AAR-2.2. Stąd też konieczność dokonania oceny reaktywności ACR metodą długoterminową.

Wyniki końcowych badań kruszyw wapiennych frakcji 8/16 mm metodami długoterminowymi w zakresie reaktywności ACR oraz ASR po 365 dniach ekspozycji zaprezentowa-

no w tab. 2. Badania długoterminowe przeprowadzono dla wszystkich trzech rodzajów kruszyw. W oparciu o kryteria wskazane w „WwiORB M-13.02.00 v2; (2019) Beton konstrukcyjny w drogowych obiektach inżynierskich”. Z uzyskanych wyników badań zmian liniowych o wielkościach poniżej 0,03% możemy jednoznacznie stwierdzić, że kruszywa frakcji 8/16 mm pochodzące ze wszystkich trzech wymienionych wyżej zakładów należy uznać za niepodatne na reakcję ACR (alkalia-krzemionka). W związku z uzyskaniem wyników o wartościach mniejszych niż 0,04%, wg procedury badawczej GDDKiA PB/2/18 stwierdza się również, że są one niereaktywne w zakresie ASR (alkalia-węglany).

PODSUMOWANIE

Badane kruszywa wapienne frakcji 8/16 mm, poddane ocenie trwałości

w środowisku alkalicznym metodą przyspieszoną oraz długoterminową wskazaną w procedurach GDDKiA PB/1/18 oraz PB/2/18, spełniają kryterium kategorii R0 – niereaktywne w zakresie reakcji alkalia-krzemionka ASR, jak również wykazują brak podatności na reakcję alkalia-węglany ACR. Uzyskane wyniki badań kruszyw oraz zaprojektowanego na ich bazie betonu, potwierdzają zgodność z wymogami „Wytucznych technicznych klasyfikacji kruszyw krajowych i zapobiegania reakcji alkalicznej w betonie stosowanym w nawierzchniach dróg i drogowych obiektach inżynierskich” (GDDKiA, 2019). Liczne obiekty referencyjne pokazują, że badane kruszywa są z powodzeniem stosowane w infrastrukturze drogowej do wykonywania odpowiedzialnych konstrukcji inżynierskich, w tym betonów mostowych i nawierzchniowych. |

Rodzaj oznaczenia	Charakter wyniku	Wynik pomiaru dla kruszywa			Kryterium dla kruszyw niereaktywnych
		Miedzianka	Truskawica	Wojcieszów	
ASR wg GDDKiA PB/2/18	zmiany liniowe, L365, %	0,000	0,000	0,007	≤ 0,04%
	Wynik oceny	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]	niereaktywne, kat. R0 [18]	
ACR wg GDDKiA PB/2/18	zmiany liniowe, L365, %	0,002	0,006	0,004	< 0,03%
	Wynik oceny	niepodatne na ACR [18]	niepodatne na ACR [18]	niepodatne na ACR [18]	

TAB. 2. | Końcowe wyniki badań reaktywności kruszyw wapiennych metodami długoterminowymi w zakresie ASR i ACR



**STOWARZYSZENIE
PRZEMYSŁU
WAPIENNICZEGO**

**STOWARZYSZENIE
PRZEMYSŁU WAPIENNICZEGO**
UL. OPOLSKA 110
31-323 KRAKÓW

info@wapno-info.pl

Trwałe drogi na lata

**WAPNO
KRUSZYWA
WYPEŁNIACZ**

WWW.WAPNO-INFO.PL
WWW.STOWARZYSZENIEWAPIENNICZE.PL