

mgr Hanna Józwiak

Domieszki napowietrzające

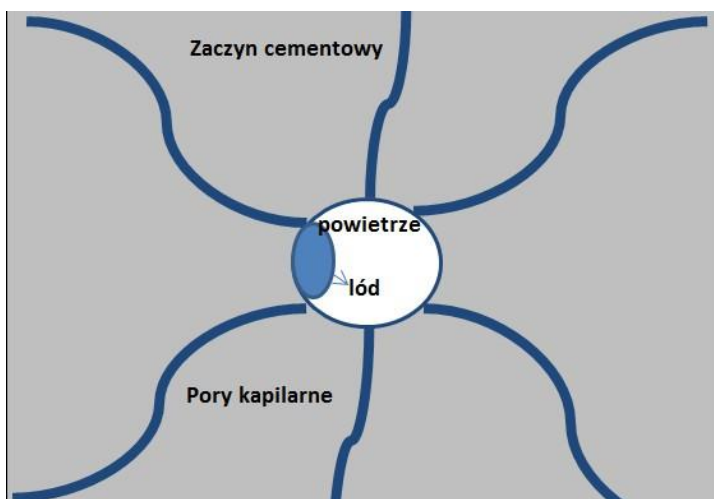
Ważną grupę domieszek chemicznych do betonu stanowią substancje powodujące wzrost zawartości powietrza w mieszance betonowej.

Kiedy mówimy o powietrzu w betonie nie chodzi tutaj o powietrze występujące pod postacią „raków” pod ziarnami kruszywa, czy też „kraterów” na powierzchni elementu betonowego, ale o powietrze wprowadzone podczas wykonywania mieszanki betonowej i pozostające w zaczynie cementowym po jego stwardnieniu w formie regularnych porów kulistych.

Domieszki napowietrzające to związki powierzchniowo-czynne, które przez obniżenie napięcia powierzchniowego wody powodują lepsze zwilżanie cementu i wprowadzenie równomiernie rozłożonych drobnych pęcherzyków powietrza.

Wprowadzenie do mieszanki betonowej powietrza w tej postaci powoduje zwiększenie objętości zaczynu cementowego, obniżenie tarcia wewnętrznego, ułatwienie poślizgu między ziarnami kruszywa i poprawę urabialności mieszanki betonowej. Domieszki te stosowane przy zachowaniu przyjętej konsystencji mieszanki betonowej często umożliwiają obniżenie pewnej ilości wody zarobowej podobnie jak domieszki uplastyczniające.

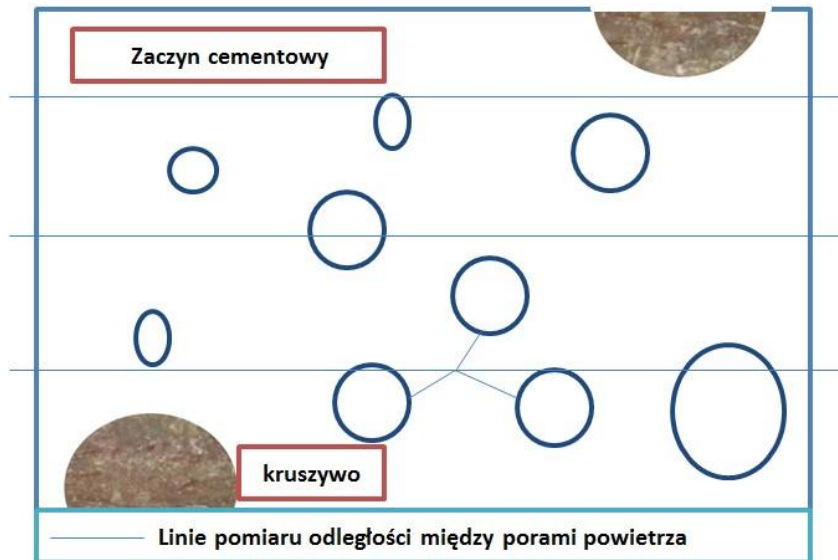
Przy wykonywaniu mieszanek betonowych występuje konieczność zastosowania większej ilości wody niż jest to wymagane do hydratacji cementu. Odparowanie nadmiaru wody powoduje powstanie w zaczynie siatki porów zwanych porami kapilarnymi. Są to pory w postaci cienkich naczyń włosowatych o średnicy od 50 do kilku tysięcy nanometrów. Pory te mają niekorzystny wpływ na nasiąkliwość i mrozoodporność betonu. Kuliste pęcherzyki powietrza wprowadzone przez działanie domieszek napowietrzających przerywają pory kapilarne. Obecność w zaczynie cementowym tych drobnych pęcherzyków przerywających pory kapilarne ogranicza podciąganie wody i powoduje obniżenie nasiąkliwości betonu.



Po nasiąknięciu betonu wodą pęcherzyki pozostają wypełnione powietrzem i przy zamarzaniu ciśnienie obecnego w porach kapilarnych lodu jest przenoszone do wnętrza porów kulistych, a nie na ścianki porów kapilarnych, co powodowałoby zniszczenie betonu. Obecność w strukturze zaczynu cementowego porów kulistych

przerywających pory kapilarne powoduje więc wzrost mrozoodporności betonu.

Dla mrozoodporności betonu istotna jest gęstość rozmieszczenia w zaczynie cementowym porów o określonej średnicy. Wg opracowanych norm europejskich przy badaniu skuteczności działania domieszek napowietrzających, określa się zamiast mrozoodporności, charakterystykę porów powietrznych w stwardniałym betonie. Analiza mikroskopowa prowadzi do obliczenia współczynnika o nazwie „spacing factor” świadczącego o rozmieszczeniu porów powietrznych.



Wprowadzenie dodatkowego powietrza, chociaż niewątpliwie korzystnie wpływa na nasiąkliwość i mrozoodporność powoduje jednak rozluźnienie struktury zaczynu cementowego i w efekcie obniżenie wytrzymałości betonu. Zmniejszenie wytrzymałości jest tym większe im więcej powietrza zostało wprowadzone do betonu. Każdy jeden procent dodatkowo wprowadzonego powietrza powoduje obniżenie wytrzymałości o kolejne 10%, dlatego istotne jest ustalenie właściwego dozowania domieszek napowietrzających.

Określenie optymalnej ilości stosowanej domieszki nie jest łatwe, gdyż granice dozowania zalecane przez producenta są zwykle dosyć szerokie, zaś efektywność w przypadku domieszek napowietrzających zależy od wielu czynników.

Spośród nich najważniejsze to rodzaj cementu, skład i konsystencja mieszanki betonowej oraz intensywność mieszania.

Cementy bardziej rozdrobnione, a więc wyższej klasy zwykle wymagają do uzyskania określonej zawartości powietrza zastosowania większych ilości domieszek niż cementy 32,5. Niektóre cementownie dodają jednak w procesie produkcji cementu specjalne środki ułatwiające przemiał klinkieru. Preparaty te mają też wpływ na intensywność działania domieszek napowietrzających.

W składzie mieszanki betonowej najbardziej istotne są – ilość cementu oraz uziarnienie piasku.

Zwiększenie ilości cementu powoduje konieczność zwiększania ilości domieszki. Podobnie działają pyły w kruszywie i zastosowane dodatki mineralne o dużym stopniu rozdrobnienia np. pyły krzemionkowe. Ich stosowanie będzie wymagało zwiększenia ilości domieszek w celu uzyskania określonego poziomu zawartości powietrza.

Inaczej z drobnym piaskiem zawierającym dużo ziaren 0,25 – 0,5 mm. Jego zastosowanie spowoduje, że wystąpi większe napowietrzenie niż przy tej samej ilości domieszki zastosowanej do mieszanki betonowej wykonanej z zastosowaniem piasku grubszego. Zmiana uziarnienia piasku na bardziej drobny spowoduje więc konieczność zmniejszenia dozowania domieszki w celu uzyskania porównywalnego efektu jej stosowania.

Jeśli chodzi o wpływ konsystencji, to najbardziej niekontrolowanego zwiększenia zawartości powietrza należy obawiać się, jeśli konsystencja mieszanki betonowej wynosi 7 – 10 cm, czyli dla mieszanek betonowych półciekłych. Przy konsystencjach mniej ciekłych utrudnione jest wprowadzenie powietrza, przy ciekłej zaś można łatwiej wprowadzone powietrze usunąć przy zagęszczaniu mieszanki betonowej.

Jak widać w przypadku domieszek napowietrzających ustalenie właściwego dozowania jest trudne, stąd konieczność częstej kontroli zawartości powietrza i korygowania ilości stosowanej domieszki przy każdej zmianie surowców i receptury mieszanki betonowej. Obawy przed skutkami wystąpienia zbyt dużego napowietrzenia zmniejszy znajomość czynników wpływających na efektywność działania domieszek. Powietrze w ilości 1-3% wprowadzone przy zastosowaniu domieszek korzystnie wpływa na parametry technologiczne betonu mające wpływ na trwałość konstrukcji.

Wg PN-EN 206-1 domieszki te powinny być stosowane do wykonywania betonów narażonych bezpośrednio na czynniki atmosferyczne i betonów narażonych na stały dostęp wody przed zamarznięciem oraz oddziaływanie środków odladzających.

Wymagania dla domieszek napowietrzających wg PN-EN 934-2

Wymagania dla domieszek napowietrzających przy zachowaniu stałego w/c podano w tablicy 1.

Tablica 1 Wymagania dla domieszek napowietrzających przy zachowaniu stałego w/c

L.p.	Badana cecha	Wymaganie
1.	Zawartość powietrza w mieszance betonowej z domieszką	Większa o więcej niż 2,5% w porównaniu z mieszanką kontrolną
2.	Wytrzymałość na ściskanie betonu z domieszką w porównaniu z kontrolnym	Po 28 dniach $\geq 75\%$
3.	Charakterystyka rozkładu porów powietrznych w stwardniałym betonie	Współczynnik rozmieszczenia w betonie z domieszką $\leq 0,200\text{mm}$

Wymagania dla domieszek napowietrzających określone są z uwzględnieniem ich podstawowego działania, czyli wprowadzenia w strukturę betonu określonej ilości równomiernie rozmieszczonych drobnych pęcherzyków powietrza. Jak wspomniano wcześniej działanie to powoduje, że ulega „rozluźnieniu” struktura zaczynu cementowego, stąd przy stosowaniu domieszek napowietrzających trzeba liczyć się z obniżeniem wytrzymałości, co dopuszcza wymagania normowe dla tych domieszek. W normie PN-EN 934-2 zawarte są też wymagania dotyczące istotnej dla tych domieszek cechy jaką jest charakterystyka rozkładu porów, czyli ich wielkość w porównaniu z odległościami zwany współczynnikiem rozmieszczenia.

Domieszki napowietrzające, mimo, że ich stosowanie nie jest łatwe powinny być stosowane.