PRACE INSTYTUTU TECHNIKI BUDOWLANEJ – KWARTALNIK nr 3 (119) 2001
BUILDING RESEARCH INSTITUTE – QUARTERLY No 3 (119) 2001

ARTYKUŁY – REPORTS

Czesława Wolska-Kotańska*

DOSTOSOWYWANIE METODYKI BADAŃ KRUSZYW MINERALNYCH DO NORM EUROPEJSKICH

W celu prawidłowej harmonizacji norm polskich i europejskich niezbędne jest dokonanie analizy porównawczej i wprowadzenie zmian tam, gdzie one występują, jak również stosowanie nowych metod badań tych właściwości, które nie były do tej pory przedmiotem oceny. W artykule przedstawiono interpretację wprowadzonych w Polsce w latach 1999 i 2000 czternastu norm europejskich w zakresie metodyki badań kruszyw do betonu oraz dokonano oceny zmian i potrzeb w zakresie sprzętu w stosunku do dotychczasowych norm polskich. Analiza porównawcza i ocena zmian w metodyce badań kruszyw mineralnych jest istotna z punktu widzenia potrzeb laboratoriów badawczych, ktore przeprowadzają badania kruszyw sprawdzając ich zgodność z dokumentami odniesienia, jak również z uwagi na rolę ITB w szkoleniu i doskonaleniu kadr inżynierskich w Polsce (kursy i seminaria).

1. Wprowadzenie

Kruszywa mineralne są jednym z podstawowych surowców mających zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki, głównie w budownictwie, drogownictwie, kolejnictwie, górnictwie, przemyśle szklarskim, odlewnictwie i wielu innych.

W budownictwie wykorzystanie kruszywa jest największe – stanowi ono około 75% całej masy betonowej. Zrozumiałe jest zatem, że jakość kruszywa ma duży wpływ na jakość betonu, a jego właściwości fizyczne, chemiczne i cieplne mają duży wpływ na cechy i zachowanie betonu w konstrukcji.

Wszystkie ziarna kruszywa pierwotnie wchodziły w skład skał macierzystych, które mogły zostać rozdrobnione wskutek naturalnych procesów wietrzenia i ścierania lub też sztucznie – przez kruszenie. Stąd wiele cech kruszywa zależy całkowicie od cech macierzystej skały, na przykład skład chemiczny i mineralogiczny, charakterystyka petrograficzna, gęstość, twardość, trwałość fizyczna i chemiczna, zabarwienie itp. Jednak z drugiej strony kruszywo wykazuje cechy, które nie występują w skale macierzystej, takie jak kształt i wymiar ziaren, tekstura powierzchni i nasiąkliwość, mrozoodporność, wytrzymałość. Wszystkie te cechy mogą mieć wpływ na jakość betonu zarówno w stanie świeżym, jak i stwardniałym.

Wobec przewidywanego wstąpienia Polski do struktur europejskich, co w konsekwencji spowoduje konieczność wzajemnego uznawania wyników badań pomiędzy laborato-

* dr n.t. – docent w ITB

riami badawczymi w Europie, harmonizacja norm polskich z normami europejskimi w zakresie metodyki badań kruszyw staje się zagadnieniem niezwykle ważnym.

W celu prawidłowej harmonizacji norm polskich i europejskich niezbędne jest dokonanie analizy porównawczej i wprowadzenie zmian tam, gdzie są one konieczne, jak również stosowanie nowych metod badań tych właściwości, które nie były do tej pory przedmiotem oceny. W artykule przedstawiono interpretację wprowadzonych w Polsce w latach 1999 i 2000 norm europejskich dotyczących metodyki badań kruszyw do betonu oraz ocenę zmian i potrzeb w zakresie sprzętu w stosunku do dotychczasowych norm polskich.

Analiza porównawcza i ocena zmian w metodyce badań kruszyw mineralnych jest istotna z punktu widzenia potrzeb laboratoriów badawczych, które przeprowadzają badania certyfikacyjne kruszyw w Polsce, jak również z uwagi na rolę ITB w szkoleniu i doskonaleniu kadr inżynierskich w Polsce (kursy i seminaria). Opracowanie jest adresowane także do producentów kruszyw i betonu.

2. Systemy oceny zgodności kruszyw przeznaczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie

O bezpieczeństwie, jakości i trwałości obiektów budowlanych stanowiących finalny efekt procesu budowlanego w znacznym stopniu decydują właściwości użytkowe i właściwości techniczne wyrobów stosowanych przy budowie tych obiektów.

Zasadnicze założenia polskiego systemu dopuszczania do obrotu i powszechnego stosowania wyrobów budowlanych określone zostały w art. 10 Prawa budowlanego oraz w Rozporządzeniu MSWiA z dnia 31 lipca 1998 r.

Wyrób jest przydatny do stosowania w budownictwie, a więc ma właściwości użytkowe umożliwiające prawidłowo zaprojektowanym i wykonanym obiektom budowlanym spełnienie wymagań podstawowych, jeżeli jest zgodny z jednym z trzech następujących dokumentów odniesienia:

– kryteriami technicznymi w odniesieniu do wyrobów podlegających certyfikacji na znak bezpieczeństwa,

– właściwą przedmiotową Polską Normą wyrobu,

– aprobatą techniczną w odniesieniu do wyrobu lub wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy, lub wyrobów, których właściwości użytkowe różnią się istotnie od właściwości określonych w Polskiej Normie wyrobu.

W przypadku kruszyw budowlanych przepisy przewidują stosowanie następujących systemów oceny zgodności wyrobów przeznaczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie (według wyboru producenta):

– certyfikację zgodności z dokumentem odniesienia, jakim jest Polska Norma lub aprobata techniczna,

– deklarowanie zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną przez producenta na podstawie dokumentacji obejmującej:

- wstępne badania pełne wyrobu (badania typu) wykonane przez producenta lub na jego zlecenie,
- systematyczne działania kontrolne procesów produkcyjnych w ramach zakładowej kontroli produkcji,

- badania gotowych wyrobów wykonane przez producenta lub na jego zlecenie, zgodnie z ustalonym programem badań.

Przez wydanie deklaracji zgodności producent potwierdza wykonanie wymienionych działań, które wykazały zgodność wyrobu z dokumentem odniesienia.

Do oceny jakości kruszyw w Polsce do tej pory stosowane były metody badań właściwości fizycznych, chemicznych i wytrzymałościowych kruszyw mineralnych przeznaczonych dla budownictwa, drogownictwa, kolejnictwa oraz na potrzeby gospodarki komunalnej objęte normą PN-76/B-06714, zawierającą arkusze od 00 do 51, z tym że brak jest 6 arkuszy (21, 25, 27, 29, 30, 50). Niektóre cechy kruszyw, takie jak reaktywność alkaliczna czy zawartość związków siarki, można było określać kilkoma metodami.

Obecnie stopniowo wprowadzane są w Polsce normy europejskie w dziedzinie metodyki badań kruszyw mineralnych stosowanych w budownictwie. Opracowaniem norm europejskich w szerokim zakresie tematycznym, jaki dotyczy zagadnień kruszywowych, zajmuje się Komitet Techniczny 154 CEN, działający przez podkomitety i grupy robocze. Do opracowania jest skierowanych kilkadziesiąt norm z zakresu metodyki badań oraz wymagań dotyczących kruszyw.

Normy europejskie w zakresie metodyki badań kruszyw są zgrupowane następująco:

1. Badania podstawowych właściwości kruszyw
2. Badania geometrycznych właściwości kruszyw
3. Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw
4. Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na czynniki atmosferyczne
5. Badania właściwości chemicznych kruszyw

W Polsce zagadnieniami normalizacyjnymi w dziedzinie kruszyw zajmuje się Normalizacyjna Komisja Problemowa nr 108, która jest kolegialnym organem wykonawczym Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, prowadzącym prace normalizacyjne w zakresie powierzonej tematyki na szczeblu krajowym oraz w ramach międzynarodowych i regionalnych organizacji normalizacyjnych. W ramach swej działalności Normalizacyjna Komisja Problemowa nr 108 opracowuje i opiniuje projekty norm w zakresie kruszyw i kamienia budowlanego oraz przygotowuje normy europejskie do wprowadzenia w kraju.

Decyzją Polskiego Komitetu Normalizacyjnego do norm polskich wprowadzono w 1999 r. 4 normy europejskie, a w 2000 r. 10 norm z zakresu metodyki badań kruszyw.

3. Normy PN-EN ustanowione w 1999 r. Analiza zmian metodycznych i dotyczących sprzętu

3.1. PN-EN 933-2:1999 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Nominalne wymiary otworów sit badawczych

W przeciwieństwie do normy polskiej na oznaczanie składu ziarnowego kruszywa norma PN-EN 933-2 nie obejmuje metody badania uziarnienia, a podaje tylko wymagania odnoszące się do wielkości i jakości sit badawczych. W związku z tym nie zastępuje

PN-91/B-06714/15, w której wymagania odnoszące się do sit badawczych były podane łącznie z metodą oznaczania składu ziarnowego na sucho i na mokro.

Podobnie jak w normie polskiej należy stosować tylko sita o otworach kwadratowych, a wymiary otworów sit badawczych są takie same, jak w normie polskiej, tzn.: 0,063 mm, 0,125 mm, 0,250 mm, 0,500 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm, 31,5 mm, 63 mm i 125 mm.

W obu normach do wykonania sit o wymiarach otworów kwadratowych do 4 mm stosuje się tkane siatki druciane, a powyżej 4 mm płyty perforowane, z tym że w PN-EN ma to charakter obligatoryjny, a w PN było to tylko zalecenie.

Nowością w PN-EN jest to, że do niektórych badań są przewidziane specjalne sita; należy je wybrać z szeregu R20 według ISO 565 : 1990. Sita z tego szeregu charakteryzują się tym, że ich otwory w granicach 0,063–125 mm zwiększają się o $10^{1/20}$, tzn. w przybliżeniu o 1,12 mm.

3.2. PN-EN 933-3:1999 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarna za pomocą wskaźnika płaskości

W normie PN-EN wprowadza się istotną zmianę w oznaczaniu zawartości ziarn nieforemnych w stosunku do dotychczasowej normy polskiej. Podaje się metodę oznaczania w kruszywach naturalnych, sztucznych i lekkich wskaźnika płaskości. Norma ta ma zastosowanie do ziarn o wymiarach od 4 do 80 mm. Według normy polskiej można było dokonać oceny zawartości ziarn nieforemnych za pomocą suwmiarki Schultza do ziarn o wielkości do 31,5 mm. Ze względu na to, że w Polsce brak jest zarówno sprzętu do wykonania tego oznaczenia zgodnie z PN-EN, jak i wymagań ilościowych, norma nie zastępuje PN 78/B-06714/16.

Badanie według PN-EN składa się z dwóch etapów przesiewania. Najpierw rozdziela się próbkę na poszczególne frakcje ziarn d_i/D_i, a następnie każdą frakcję ziarn przesiewa się na sitach prętowych, składających się z osadzonych w metalowej ramce równoległych cylindrycznych prętów o szczelinach szerokości $D_i/2$. Określone w normie tolerancje szerokości szczelin powinny być takie same na całej długości każdego pręta.

Wskaźnik płaskości FI_i danej frakcji oblicza się z następującego równania:

$$FI_i = \frac{m_i}{R_i} 100$$

w którym:

R_i – masa frakcji o wymiarach ziarn d_1/D_1, w gramach,

m_i – masa materiału z tej samej frakcji d_1/D_1, która przeszła przez odpowiednie sito prętowe o szerokości szczeliny $D_1/2$, w gramach.

Całkowity wskaźnik płaskości kruszywa oblicza się według tego samego wzoru, wprowadzając odpowiednio sumę mas poszczególnych frakcji o wymiarach ziarn d_1/D_1 jako M_1 i sumę mas frakcji o wymiarach ziarn przechodzących przez odpowiednie sita prętowe o szerokości szczeliny $D_1/2$ jako M_2.

3.3. PN-EN 932-1:999 Badanie podstawowych właściwości kruszyw. Metody pobierania próbek

Nowa norma PN-EN 932-1:1999 nie wprowadza większych zmian w stosunku do PN-87/B-06721, dlatego mogła ją zastąpić, jest jednak znacznie obszerniejsza. Bardzo szczegółowo opracowano procedury pobierania próbek z urządzeń transportujących kruszywo, środków transportu, składowisk, pryzm, zwałów, opakowań itp.

W pięciu informacyjnych załącznikach podano kolejno: przykłady sprzętu ułatwiającego pobieranie i pomniejszanie próbek, pomiar zmienności pobierania próbek, metody pobierania próbek ze składowisk stożkowych oraz przykład zastosowania metody liczb losowych do selekcji próbek. Na uwagę zasługuje propozycja obrotowych dzielników do kruszywa drobnego i grubego. W Polsce do tej pory do pomniejszania próbek stosowano dzielniki żeberkowe i krzyżaki do kwartowania.

Należy pamiętać, że właściwe i dokładne pobieranie oraz transport próbek jest warunkiem wstępnym uzyskania wiarygodnych wyników badań. Właściwe zastosowanie wymienionych urządzeń pomoże uniknąć stronniczego pobierania próbek. Zmienność próbek spowodowana niejednorodnością partii redukuje się do akceptowalnego poziomu poprzez pobranie właściwej liczby próbek pierwotnych. Jeśli kruszywo jest ujednorodnione w czasie produkcji, jedna większa próbka pierwotna może być reprezentatywna dla danej partii.

Próbki pierwotne są pobierane losowo z wszystkich części partii, którą próbka ogólna ma reprezentować. Kruszywo, z którego nie pobrano próbki pierwotnej (z braku dostępu lub innej praktycznej przyczyny), nie powinno być traktowane jako część partii reprezentowanej przez próbkę ogólną. Na przykład jeżeli próbki pierwotne są pobierane z kruszywa wyładowanego z silosu, to próbka ogólna reprezentuje kruszywo wyładowane, a nie pozostałe w silosie.

Pobierający próbki powinien być poinformowany o celu pobierania próbek.

W PN-87/B-06721 była sprecyzowana liczba i wielkość próbek pierwotnych, które służą do otrzymania próbki ogólnej. Najmniejsza masa próbki pierwotnej była uzależniona od maksymalnego wymiaru ziarn kruszywa w danej partii, zaś liczba próbek pierwotnych zależała od wielkości partii.

Norma EN-PN określa wielkość próbki ogólnej, która powinna być wyliczona przy uwzględnieniu charakteru i liczby badań, wymiaru ziarn kruszywa i jego gęstości. Jeżeli zachodzi potrzeba badania oddzielnych próbek pierwotnych zamiast próbki ogólnej, wielkość próbek pierwotnych powinna być obliczona na podstawie tych samych parametrów, jak podano wyżej. Liczbę próbek pierwotnych do utworzenia próbki ogólnej należy wybrać opierając się na wcześniejszych doświadczeniach z pobierania podobnych kruszyw, z podobnego procesu produkcji. W normie zaleca się, aby najmniejsza masa próbki ogólnej była obliczana zgodnie z równaniem:

$$M = 6\sqrt{D}\,\rho$$

w którym:

M – masa próbki, kg,

D – maksymalny wymiar ziarna, mm,

ρ – gęstość nasypowa w stanie luźnym, $\mu g/m^3$, określona według EN 1097-3.

W załączniku B podano procedurę, która może być zastosowana do sprawdzenia, czy liczba próbek pierwotnych pobranych do przygotowania próbki ogólnej jest właściwa.

W załączniku D przedstawiono sposób wykorzystania liczb losowych do pobierania próbek na przykładzie kruszywa pakowanego w worki. Ten rodzaj selekcji nie był do tej pory powszechnie stosowany przy pobieraniu próbek kruszywa w Polsce.

3.4. PN-EN 932-3 : 1999 Badania podstawowych właściwości kruszyw. Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego

PN-EN nie wprowadza większych zmian przy oznaczaniu składu petrograficznego kruszyw w stosunku do PN-87/B-06714/11, dlatego mogła ją zastąpić. Nowa norma zakłada większe wykorzystanie przyrządów optycznych, na przykład mikroskopu stereoskopowego o powiększeniu od 10 × do 100 ×, a także tam, gdzie zachodzi konieczność badania szlifów cienkich – mikroskopu polaryzacyjnego. Norma polska zakładała korzystanie lupy o powiększeniu 8–10 × lub binokularu.

Korzystne jest również to, że w PN-EN podaje się definicje podstawowych typów skał (magmowych, osadowych i metamorficznych) oraz obszernie charakteryzuje poszczególne rodzaje skał w zależności od ich składu mineralnego, struktury i tekstury. Norma dotychczasowa nie zawierała tak pełnej charakterystyki typów skalnych, gdyż było to przedmiotem innej normy – PN-B-01102:1996 „Skalne surowce mineralne. Podział i terminologia".

4. PN-EN ustanowione w 2000 r. Analiza zmian metodycznych i dotyczących sprzętu

4.1. PN-EN 1367-4 : 2000 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Oznaczanie skurczu przy wysychaniu

Metoda podana w PN-EN 1367-4 określa wpływ kruszywa na skurcz betonu przy wysychaniu. Próbki do badań w formie beleczek, po nasyceniu wodą, poddaje się suszeniu w temperaturze (110 ± 5) °C i oznacza zmianę długości po przejściu ze stanu mokrego do suchego. Metoda ta jest zbliżona do metody podanej w PN-84/B-06714/24, która dotyczy oznaczania zmian objętościowych metodą Graf-Kaufmana, inna jest jednak wielkość próbek do badania, inne są proporcje składników betonu, z większym udziałem kruszywa w stosunku do ilości cementu, oraz inne warunki pielęgnacji próbek niż w normie polskiej.

Zaopatrzone w czopiki beleczki, przeznaczone do badania skurczu przy wysychaniu, mają większe wymiary (200 × 50 × 50) mm, co pozwala na stosowanie w badaniach kruszyw o większym uziarnieniu do 20 mm, podczas gdy w normie polskiej beleczki mają wymiary (160 × 40 × 40) mm, a największy wymiar ziarna wynosi 8 mm.

Aparat pomiarowy przeznaczony do badania zmian długości beleczek powinien być zaopatrzony w czujnik o dokładności ± 0,002 mm.

Norma umożliwia także badanie kruszyw o jeszcze większym uziarnieniu, po zwiększeniu wymiarów badanych beleczek, proporcjonalnie do maksymalnego wymiaru zastosowanego kruszywa i odpowiednim zwiększeniu wielkości próbki oraz składników betonu.

W normie podano dane dotyczące dokładności badań uzyskane na podstawie doświadczeń z dziesięciu laboratoriów europejskich.

4.2. PN-EN 1367-2: 2000 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Badanie w siarczanie magnezu

PN-EN 1367-2 wchodzi do zbioru norm polskich zamiast PN-78/B-06714/20.

Odczynniki, aparatura i wykonanie badania są takie same w obu normach, z tą różnicą, że norma polska do cyklicznego zanurzania kruszywa dopuszczała stosowanie roztworu siarczanu sodowego na równi z roztworem siarczanu magnezowego i badanie dotyczyło wszystkich frakcji powyżej 4 mm, a w normie PN-EN zakłada się stosowanie tylko roztworu $MgSO_4$ i badanie tylko jednej frakcji kruszywa od 10 do 14 mm.

W PN-EN są podane nieobowiązkowe, ale pożyteczne informacje dotyczące wymiarów koszy wykonanych z siatki mosiężnej lub ze stali nierdzewnej, umożliwiających sprawne zanurzanie kruszywa w roztworze siarczanowym, a następnie suszenie w suszarce.

Norma zawiera także dane dotyczące dokładności wyników na podstawie badań wykonanych w jedenastu laboratoriach na różnych typach materiału skalnego.

4.3. PN-EN 933-7 : 2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie zawartości muszli. Zawartość procentowa muszli w kruszywach grubych

PN-EN 933-3 nie zastępuje żadnej normy krajowej, dotyczy oznaczania zawartości muszli w kruszywach. Ma ona zastosowanie do badania frakcji kruszywa o wymiarach ziarn powyżej 4 mm i poniżej 63 mm.

Do wykonania badania nie jest wymagana żadna specjalna aparatura poza tą, jaką dysponuje każde laboratorium badawcze.

4.4. PN-EN 933-1: 2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania

PN-EN 933-1 zastępuje PN-91/B-06714/15 i podobnie jak norma polska zawiera metodę rozdzielenia materiału za pomocą zestawu sit na frakcje ziarnowe, klasyfikowane według zmniejszających się wymiarów. Metoda ta obejmuje przesiewanie na sucho i na mokro.

Sita badawcze o otworach podanych w PN-EN 933-2 powinny być zgodne z wymaganiami przedstawionymi w ISO 3310-1 i ISO 3310-2. Zastosowanie PN-EN nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury.

Należy zwrócić uwagę, że w PN-EN jest podany inny wzór na obliczenie masy kruszywa pozostającego na każdym sicie po zakończeniu przesiewania. W PN-B/06714/15 wzór ten ma postać: $\frac{A\sqrt{d}}{300}$, podczas gdy w normie europejskiej w mianowniku jest

liczba 200. Oznacza to, że dopuszcza się większą masę kruszywa zatrzymywanego na sicie po zakończeniu przesiewu.

4.5. PN-EN 933-5: 2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych

W PN-EN 1097-3 definiuje się ziarna przekruszone lub łamane jako takie, w których więcej niż 50% powierzchni powstało w wyniku przekruszenia lub łamania, oraz ziarna całkowicie przekruszone lub łamane – gdy więcej niż 90% powstało w wyniku procesów kruszenia lub łamania. Podobne definicje są podane dla ziarn zaokrąglonych, gdy więcej niż 50% powierzchni jest zaokrąglonych, oraz całkowicie zaokrąglonych – w przypadku gdy więcej niż 90% powierzchni jest zaokrąglonych.

Badanie polega na ręcznym wydzielaniu z próbki analitycznej kruszywa grubego ziarn przekruszonych lub łamanych, a także ziarn całkowicie przekruszonych lub łamanych oraz ziarn zaokrąglonych i całkowicie zaokrąglonych.

Norma nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury.

4.6. PN-EN 1097-3 : 2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości

PN-EN 1097-3 zastępuje PN-77/B-06714/07 i PN-76/B-06714/10. Norma europejska uściśla wymiary pojemników cylindrycznych służących do oznaczania gęstości nasypowej kruszywa. Zgodnie z tą normą, w zależności od uziarnienia, stosuje się pojemniki o pojemności: 1,0; 5,0; 10,0 i 20,0 litrów.

Określony jest także stosunek wewnętrznej średnicy pojemnika do jego wewnętrznej głębokości i powinien on wynosić od 0,5 do 0,8.

Inny niż w normie polskiej jest sposób napełniania pojemnika kruszywem. Zgodnie z normą polską kruszywo wsypywano do pojemnika za pomocą łopatki z wysokości 20 cm, natomiast według PN-EN krawędź łopatki opiera się na górnej krawędzi cylindra i aby zminimalizować segregację ziarn, łopatka nie powinna znaleźć się w żadnym przypadku wyżej niż 5 cm od brzegu pojemnika.

Norma dotyczy zasadniczo oznaczania gęstości nasypowej kruszywa w stanie luźnym, ale w załączniku informacyjnym podano możliwość oznaczania gęstości nasypowej w stanie zagęszczonym, a także gęstości nasypowej kruszyw wilgotnych.

W załączniku normatywnym jest podana metoda oznaczania gęstości objętościowej wypełniaczy w nafcie.

4.7. PN-EN 1097-1 : 2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)

W PN-EN 1097-1 podana jest metoda oznaczania odporności na ścieranie, która polega na określaniu ubytku początkowej masy próbki kruszywa w czasie jej ścierania w aparacie mikro-Devala do wymiarów mniejszych niż 1,6 mm. Badanie polega na pomiarze zużycia kruszywa wywołanego tarciem między kruszywem a materiałem

ściernym w obracającym się bębnie, w określonych warunkach. W wyniku badania określa się współczynnik mikro-Devala, który jest tym mniejszy, im kruszywo jest bardziej odporne na ścieranie. Próbka kruszywa jest zwykle badana na mokro, ale badanie może być także przeprowadzone w stanie suchym. Badanie wykonuje się tylko na próbce o wielkości ziarn od 10 mm do 14 mm. Do wykonania badania niezbędny jest zestaw sit: 1,6; 8; 10; 11,2 (lub 12,5) i 14 mm.

Badanie wymaga specjalnej aparatury. Typowy aparat mikro-Devala składa się z jednego do czterech bębnów zamkniętych z jednego końca, o wewnętrznej średnicy (200 ± 1) mm i wewnętrznej długości mierzonej od podstawy do wnętrza pokrywy (154 ± 1) mm. Bębny, wykonane z nierdzewnej stali o grubości co najmniej 3 mm, są ułożone na dwóch wałkach obracających się w poziomie za pomocą silnika. W metodzie tej stosowany jest materiał ścierny, który składa się ze stalowych kul o średnicy (10 ± 0,5) mm.

W PN-78/B-06714/41 „Oznaczanie ścieralności w bębnie Devala" zaleca się inny przyrząd i za pomocą podanej metody określa się procentowy ubytek masy ziarn kruszywa w wyniku ich wzajemnego ścierania, bez używania materiału ściernego, natomiast zgodnie z PN-EN stosuje się w badaniu określoną liczbę kul. Są to zatem dwie różne metody i dlatego norma PN-EN nie jest wprowadzona zamiast arkusza 41 polskiej normy kruszywowej.

4.8. PN-EN 1097-2 : 2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczania odporności na rozdrabianie

PN-EN 1097-2 została wprowadzona do zbioru norm polskich zamiast PN-79/B-06714/42 „Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles".

W PN-EN podaje się dwie metody oznaczania odporności kruszywa na rozdrabianie:

a) badanie metodą Los Angeles – jako metodę zalecaną,

b) badanie odporności na uderzenia – jako metodę alternatywną.

W pierwszej metodzie przyrząd do badania – bęben Los Angeles – jest identyczny jak w normie polskiej, nie różnią się także wielkość i liczba stalowych lub żeliwnych kul stosowanych w badaniu. Badanie wykonuje się na kruszywie o uziarnieniu od 10 mm do 14 mm, przy czym uziarnienie próbki analitycznej powinno być zgodne z jednym z następujących wymagań:

a) zawartość kruszywa o uziarnieniu do 12,5 powinna wynosić od 60% do 70%,

b) zawartość kruszywa o uziarnieniu do 11,2 powinna wynosić od 30% do 40%.

W normie polskiej badanie wykonywano na poszczególnych frakcjach kruszywa od 2 mm do 80 mm.

W wyniku badania określa się współczynnik Los Angeles, stanowiący wyrażoną w procentach część masy próbki analitycznej, która po zakończeniu badania przeszła przez sito 1,6 mm w rezultacie wzajemnego ścierania ziarn kruszywa z udziałem kul.

Zestaw sit badawczych niezbędny do wykonania badania ścieralności w bębnie Los Angeles jest następujący: 1,6; 10; 11,2 (lub 12,5) i 14 mm.

W załączniku informacyjnym do normy podaje się metodę badania ścieralności kruszyw o wąskich przedziałach uziarnienia, specyfikując liczbę i masę kul w zależności od wielkości ziarn.

Alternatywne badanie odporności na rozdrabianie metodą badania odporności na uderzenia podane w PN-EN stanowi nowość w metodyce badania kruszyw.

Ziarna frakcji kruszywa od 8 mm do 12,5 mm są kruszone w urządzeniu badawczym w wyniku dziesięciu uderzeń z wysokości 370 mm. Miarą mechanicznej odporności kruszywa na uderzenia jest stopień rozdrobienia określany metodą analizy sitowej z wykorzystaniem pięciu sit o wymiarach: 0,2; 0,63; 2; 5 i 8 mm. Z sumy przesiewów uzyskanych na tych sitach ocenia się odporność na uderzenia, czyli wartość SZ.

W załączniku informacyjnym do normy podaje się szczegóły konstrukcji i zasadę działania urządzenia do badania odporności na uderzenia, roboczy przykład obliczenia odporności na uderzenia SZ oraz dokładność w obu metodach oznaczania odporności na rozdrabianie.

4.9. PN-EN 1097-9 : 2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie odporności na ścieranie przez opony z kolcami. Badanie skandynawskie

Opisana w PN-EN 1097-9 : 2000 metoda badania nie zastępuje żadnej polskiej normy.

Metoda ta symuluje abrazyjne oddziaływanie opon z kolcami na kruszywo grube przeznaczone do ścieralnych warstw nawierzchni drogowych. Badanie wykonuje się na kruszywie o uziarnieniu od 11,2 mm do 16,0 mm (dla frakcji 11,2–14,0 mm i 14,0–16,0 mm). Próbka kruszywa jest poddawana obrotom w stalowym bębnie razem z kulami i wodą. Podczas obrotów bębna zawartość ulega ścieraniu. Po określonej liczbie obrotów zawartość wyjmuje się z bębna i kruszywo przesiewa się przez dwumilimetrowe sito w celu określenia zużycia, wyrażając ubytek materiału w procentach.

Podana metoda wymaga specjalnego urządzenia badawczego – wodoszczelnego bębna o średnicy około 206 mm i długości około 335 mm, zamykanego szczelną pokrywą wyposażoną w wodoszczelną i pyłoszczelną uszczelkę. Bęben ma wewnątrz 3 żebra równomiernie rozmieszczone na obwodzie, wykonane z twardej i odpornej na obciążenia stali, polepszające mieszanie ziarn kruszywa i kul stalowych. Po umieszczeniu próbki kruszywa w bębnie i dodaniu kul stalowych o określonym ładunku dodaje się wody i po założeniu pokrywy bęben wprowadza się w ruch obrotowy z prędkością (90 ± 3) obrotów na minutę. Automatyczny licznik zatrzymuje bęben po (5400 ± 10) obrotach. Po badaniu ostrożnie zbiera się materiał i łącznie z wodą przepuszcza się przez sita o wielkości otworów 14,0 mm, 8,0 mm i 2,0 mm, określając ubytek masy kruszywa w wyniku ścierania.

W normie podano szczegóły konstrukcji typowego urządzenia badawczego oraz sprecyzowano powtarzalność i odtwarzalność wyników badania na podstawie doświadczeń jedenastu laboratoriów w krajach skandynawskich.

4.10. PN-EN 1744-1 : 2000 Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna

PN-EN 1744-1 jest obszerna, liczy 55 stron tekstu i zawiera 24 różne oznaczenia chemiczne. Zastępuje 7 arkuszy polskiej normy kruszywowej o numerach 26, 28, 31, 35, 38, 39 i 49, w których metodyka podana w PN-EN nie różni się pod względem zestawu

odczynników i stosowanej aparatury od metodyki podawanej w odpowiednich arkuszach Polskiej Normy. Wymienione metody kolejno dotyczą oznaczania:

- zawartości związków organicznych,
- zawartości siarki (metoda bromowa),
- zawartości związków rozpuszczalnych w wodzie,
- strat przy prażeniu,
- rozpadu wapniowego,
- rozpadu żelazowego,
- zawartości chlorków.

W niektórych przypadkach podaje się w normie po kilka metod na oznaczenie jednej cechy. Na przykład przy oznaczaniu chlorków podaje się trzy metody: metodę Volharda – jako zalecaną, oraz metodę potencjometryczna i metodę Mohra – jako metody alternatywne. Podobnie w przypadku oznaczania zawartości wolnego wapna są podane w normie trzy metody: metoda kompleksometryczna – jako metoda zalecana, oraz metoda konduktometryczna i acydymetryczna – jako metody alternatywne.

W przypadku związków siarki podano w normie metodykę badania zawartości:

- siarczanów rozpuszczalnych w wodzie,
- siarki całkowitej,
- siarczanów rozpuszczalnych w kwasie,
- siarczków rozpuszczalnych w kwasie.

Również w przypadku badania zawartości związków organicznych są podane trzy metody badania:

- zawartości humusu,
- zawartości kwasu fulvo,
- zanieczyszczeń organicznych metodą zaprawy.

W normie PN-EN 1744-1 podaje się ponadto – w przypadku niektórych cech kruszywa – inne metody badania niż stosowane dotychczas w Polsce. Dotyczy to:

- oznaczania składników wpływających na jakość powierzchni betonu, a więc jest to sprawdzanie obecności cząstek reaktywnego siarczku żelaza, które występując blisko powierzchni betonu lub na niej mogą być przyczyną występowania brunatnych plam, oraz oznaczanie zanieczyszczeń lekkich w kruszywach drobnych, na przykład lignitu i węgla, które mogą być przyczyną barwienia lub odprysków na powierzchni betonu lub zaprawy,
- oznaczania wolnego wapna w żużlu stalowniczym,
- oznaczania niestałości żużli wielkopiecowych i stalowniczych,
- oznaczania pęcznienia żużla stalowniczego.

W załączniku do normy podaje się granice powtarzalności i odtwarzalności w przypadku oznaczania chlorków rozpuszczalnych w wodzie metodą Volharda i metodą potencjometryczną, jak również w przypadku oznaczania zawartości siarki całkowitej i w kwasie siarczanów rozpuszczalnych.

5. Wykaz potrzebnego sprzętu związanego z wprowadzonymi w latach 1999 i 2000 normami PN-EN

Wykaz potrzebnego sprzętu związanego z wprowadzonymi w latach 1999 i 2000 normami PN-EN przedstawiono w tablicy 1, z podziałem na aparaturę podstawową, w którą są na ogół wyposażone laboratoria badawcze, oraz aparaturę specjalną.

Tablica 1. Wykaz potrzebnego sprzętu związanego z wprowadzonymi w latach 1999 i 2000 normami PN-EN. Table 2. List of the equipment needs connected with PN-EN standards introduced in 1999 and 2000

Norma	Sprzęt laboratoryjny podstawowy	Sprzęt laboratoryjny dodatkowy
PN-EN 933-2 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Nominalne wymiary otworów sit badawczych	zestaw sit kontrolnych o wymiarach otworów od 0,063 mm do 125 mm	sita szeregu R 20 wg ISO 565 od 0,063 mm do 125 mm, w którym wymiary zwiększają się o 1,12 mm
PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarna za pomocą wskaźnika płaskości	zestaw sit kontrolnych o oczkach kwadratowych jw.; waga z dokładnością do ± 0,1%; suszarka z wentylacją (temperatura 110 ± 5 °C)	dodatkowe sita: 5; 6,3; 10; 12,5; 20; 25; 40; 50 i 80 mm; sita prętowe o podanej w normie szerokości szczelin
PN-EN 932-1 Badanie podstawowych właściwości kruszyw. Metody pobierania próbek	szufle i szufelki oraz próbniki do pobierania próbek ze składowisk, środków transportu oraz opakowań; dzielnik żeberkowy; urządzenie krzyżakowe	zaleca się dzielniki obrotowe do kruszywa drobnego i grubego oraz skrzynie i ramy do pobierania próbek
PN-EN 932-3 Badania podstawowych właściwości kruszyw. Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego	lupa powiększająca 8–10 × lub binokular; sita kontrolne podstawowe; waga o dokładności ważenia do 0,5 g; suszarka szafkowa	mikroskop stereoskopowy (powiększenie od 10 × do 100 ×); mikroskop polaryzacyjny
PN-EN 1367-4 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Oznaczanie skurczu przy wysychaniu	sita badawcze zgodne z PN-EN 933-2; waga o nośności 5 kg, o dokładności 0,1% masy próbki; suszarka z wentylacją; aparat Graf-Kaufmana	formy do zaformowania beleczek o wymiarach (200 × 50 × 50) mm z czopikami; mieszarka do zapraw; stół wibracyjny
PN-EN 1367-2 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Badanie w siarczanie magnezu	sita badawcze o wymiarach otworów 10,0 i 14,0 mm zgodne z PN-EN 933-2; waga o nośności 2 kg, o dokładności ważenia 0,1 g; suszarka z wentylacją	kosze z siatki mosiężnej lub stali nierdzewnej do zanurzania próbek w roztworze; pojemniki do wstawiania koszy; areometr do pomiaru gęstości w przedziale od 1,284 g/cm^3 do 1,300 g/cm^3

c.d. tablicy 1

Norma	Sprzęt laboratoryjny podstawowy	Sprzęt laboratoryjny dodatkowy
PN-EN 933-7 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie zawartości muszli. Zawartość procentowa muszli w kruszywach grubych	sita badawcze o wymiarach otworów zgodnych z PN-EN 933-2; waga o dokładności do ± 0,1% masy próbki analitycznej; suszarka z wentylacją	wprowadzenie normy nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury
PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania	sita badawcze o otworach podanych w PN-EN 933-2 powinny być zgodne z wymaganiami normy ISO 3310-1 i ISO 3310-2	wprowadzenie normy nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury
PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych	sita badawcze o wymiarach otworów zgodnych z PN-EN 933-2; waga o dokładności do ± 0,1% masy próbki analitycznej; suszarka z wentylacją	wprowadzenie normy nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury
PN-EN 1097-3 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości	waga o dokładności do ± 0,1% masy próbki analitycznej; suszarka z wentylacją	wodoszczelne pojemniki cylindryczne o pojemności 1,0; 5,0; 10,0 i 20,0 litrów, o stosunku średnicy do głębokości w granicach od 0,5 do 0,8
PN-EN 1097-9 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw	zestaw sit kontrolnych o wymiarach otworów od 2,0 mm do 16,0 mm; urządzenie do przesiewania na mokro; waga o dokładności ± 0,1% masy próbki analitycznej; suszarka z wentylacją	aparatura specjalna wg schematu podanego w normie, omówiona w p. 5.1.9; kule łożyskowe o średnicy 15,0 mm i twardości od 62 HRC do 65 HRC; magnes
PN-EN 1097-1 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)	zestaw sit kontrolnych o wymiarach otworów od 1,6 mm do 14,0 mm; waga o dokładności ± 0,1% masy próbki analitycznej; suszarka z wentylacją	bęben mikro-Devala wg schematu podanego w normie, omówiony w p. 5.1.7; kule stalowe o średnicy (10 ± 0,5) mm, zgodne z ISO 3290:1975
PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczania odporności na rozdrabianie	bęben Los Angeles zgodny z PN-79/B-06714/42; zestaw sit kontrolnych o wymiarach otworów od 0,2 mm do 14,0 mm; waga o dokładności ± 0,1% masy próbki analitycznej; suszarka z wentylacją	aparatura specjalna do badania odporności na uderzenia wg schematu podanego w załączniku do normy, omówiona w p. 7.1.8; aparat Rockwella do nieniszczącego oznaczania twardości

c.d. tablicy 1

Norma	Sprzęt laboratoryjny podstawowy	Sprzęt laboratoryjny dodatkowy
PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna	odczynniki, szkło i aparatura ogólnego stosowania w laboratoriach chemicznych; mechaniczna wstrząsarka lub mieszalnik rolkowy do butelek; mieszadło magnetyczne z kąpielą wodną	urządzenie do miareczkowania potencjometrycznego z systemem elektrod; sita 300 mm i 250 mm; aerometr do cieczy o zakresie od 1,950 g/cm^3 do 2,000 g/cm^3; aparatura do badania wytrzymałości na zginanie i ściskanie, zgodna z wymaganiami EN 1015-11; konduktometr; sito molekularne 0,3 nm; światło nadfioletowe o długości fali od 300 nm do 400 nm; wytwornica pary do badania pęcznienia żużla

ADAPTATION OF THE MINERAL AGGREGATES TEST METHODS TO EUROPEAN STANDARDS

Summary

For proper harmonization of Polish and European standards it is necessary to make the comparative analysis and bring consiously all changes into practice or to apply a new methods for such properties, which were not the subject of assessment before. In paper, the interpretation of 14 PN-EN standards established in Poland in 1999 and 2000 in the range of aggregate test methods is presented, and the needs of equipment in relation to the methods used untill now are specified. The comparative analysis of changes in aggregate test methods is essential for Testing Laboratories carrying out the certification tests of aggregates and for ITB's activity as a center of professional traning for civil engineers in Poland (courses, seminars).

Praca wpłynęła do Redakcji 20 III 2001