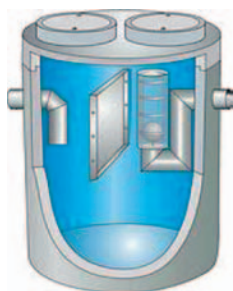


Beton odporny na oddziaływanie paliw ropopochodnych oraz cieczy lekkich



Separator bez powłoki ochronnej



Separator z powłoką ochronną

Rys. 1. Przykłady separatorów cieczy lekkich

1. Wprowadzenie

Szczególnym zagrożeniem dla wód i gruntów są mineralne ciecze lekkie. Benzyna, olej albo ropa zmniejszają wchłanianie tlenu oraz hamują proces samooczyszczania się wody. W tym celu konieczne jest oddzielenie ropopochodnych substancji za pomocą instalacji do wstępnego oczyszczania ścieków. Jednym z rozwiązań jest wykonanie betonowych separatorów, których zadaniem jest oddzielenie (separacja) substancji ropopochodnych od pozostałych ścieków czy wody oraz uniemożliwienie ich przedostania się do systemów kanalizacji miejskiej oraz zbiorników wodnych [1].

Materiały do wykonania separatorów zgodnie z wymaganiami normowymi muszą zapewniać odporność na: oleje mineralne, paliwa (tj. olej napędowy), benzynę, gazolinę, detergenty i produkty ich rozkładu, a w przeciwnym przypadku należy stosować odpowiednie zabezpieczenia powierzchni. Beton do budowy takich instalacji oraz urządzeń mających kontakt ze związkami ropopochodnymi musi spełniać specyficzne wymagania, tj. odporności na agresywne oddziaływanie środowiska ze względu na bardzo zróżnicowany ładunek zanieczyszczeń w wodach i ściekach (oleje, benzyna, olej napędowy, wahania temperatur ropopochodnych), wysokiego stopnia wodoszczelności, mrozoodporności oraz ograniczonego skurczu [1, 2, 3, 4].

W artykule przedstawiono wyniki badań betonu przeznaczonego do wykonywania zbiorników i separatorów cieczy lekkich i ropopochodnych. **Opisany program badawczy został zrealizowany przez Górażdże Cement SA, BASF Admixtures Polska Sp. z o.o. i MALL Polska Sp. z o.o.**

2. Przeznaczenie i zakres stosowania separatorów na paliwa płynne

Separatorolejowe/benzynowe przeznaczone są do usuwania ze ścieków procesowych, przemysłowych i wód opadowych substancji lżejszych od wody, zwanych w technologii ścieków olejami. Do tych substancji należą:

- oleje silnikowe o ciężarze właściwym 900 kg/m^3
 - ropa naftowa o ciężarze właściwym 850 kg/m^3
 - nafta o ciężarze właściwym 750 kg/m^3
 - benzyna o ciężarze właściwym 750 kg/m^3 ,
- a także oleje smotowe z przeróbki paliw stałych oraz niektóre rozpuszczalniki organiczne.

Tabela 1. Wymagania dla betonu

| Właściwość | Wymaganie | Uwagi |
|--|--|-------------------------------------|
| Wytrzymałość na ścislenie po 28 dniach twardnienia | $> 45 \text{ N/mm}^2$ | PN-EN 858-1:2005 [5] punkt 6.2.2. |
| Odporność chemiczna betonu | $> 45 \text{ N/mm}^2$, po przechowywaniu przez 1000 godzin próbek w następujących czterech roztworach: – woda odmineralizowana o temperaturze $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ – olej napędowy o temperaturze $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ – paliwo nieetylowane o temperaturze $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ – mieszanina zgodna z PN-EN 858-1 o temp. $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$ | PN-EN 858-1:2005 [5] punkt 8.1.4.1. |

Zakres stosowania separatorów obejmuje: stacje paliw oraz składy paliwa dla pojazdów, samolotów oraz statków; myjnie dla pojazdów samochodowych; parki maszynowe oraz place zakładowe czy serwisy pojazdów. Na rys.1 przedstawiono separator z powłoką ochronną i bez powłoki ochronnej.

3. Wymagania dla betonu

Dla zagwarantowania odporności betonu na oddziaływanie substancji agresywnych separatorów betonowe bez powłoki ochronnej powinny odpowiadać wymaganiom norm PN-EN 858-1:2005 [5] oraz PN-EN 858-2:2005 [6]. Zostały one zestawione w tabeli 1.

4. Założenia projektowe

Głównym zadaniem było zaprojektowanie betonu klasy C35/45 w technologii betonu prawie samozagęszczalnego ASCC (ze względu na gęsty rozstaw zbrojenia) oraz zapewnienie właściwości mieszanki betonowej i stwardniałego betonu opisanych w tabeli 2.

5. Założenia materiałowe

– Cement

Ze względu na wymagane wysokie wytrzymałości wczesne, zapewniające rozformowanie i transport gotowego elementu, do badań zastosowano cement portlandzki CEM I 42,5R.

– Kruszywa

Skład mieszanki betonowej oparto na lokalnie dostępnych kruszywach żwirowych. Szczególną uwagę zwrócono na uziarnienie i jakość piasku. Zastosowane kruszywo umożliwiało osiągnięcie „szybkiego” rozptywu mieszanki betonowej oraz właściwe wypełnienie wolnych przestrzeni w wykonywanym elemencie (gęsto ułożone zbrojenie).

– Popiół lotny

Podstawą do skonstruowania mieszanki betonowej ASCC jest odpowiednio duża zawartość bardzo drobnych cząstek w betonie (poniżej $0,125 \text{ mm}$). Realizuje się to poprzez zastosowanie w betonie ASCC wypełniaczy mineralnych oraz drobnych piasków, gdyż zbyt duża ilość cementu w betonie mogłaby spowodować duży skurcz. Dodatkowo, właściwej jakości dodatki mineralne wraz z cementem zapewniają wysoką płynność oraz wydłużają czas urabialności betonu. W tym przypadku zastosowano wysokiej jakości popiół lotny krzemionkowy (V) spełniający wymagania normy PN-EN 450-1:2006 [7].

– Domieszki chemiczne

W produkcji betonów ASCC i SCC podstawowym zadaniem domieszki upłynniającej jest nadanie mieszance betonowej o z reguły niskim stosunku w/c bardzo wysokiej płynności zapewniającej własności samopoziomujące oraz możliwość samoistnego odpowietrzenia. Konieczne jest oczywiście potwierdzenie właściwej współpracy układu cement – dodatek – domieszka.

Do przygotowania betonu ASCC przeznaczonego na zbiorniki i separatorów cieczy lekkich zastosowano domieszkę opartą na bazie eterów polikarbok-

syłanowych (Glenium ACE 48 BASF Admixtures). Domieszka ta umożliwia produkcję betonów o niskim stosunku w/c, co skutkuje wysokimi wytrzymałościami stwardniałego betonu, zarówno we wczesnych, jak i normowych terminach badań (lub innych wynikających ze specyfikacji technicznej).

6. Skład mieszanki betonowej

Skład mieszanki betonowej przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Receptura mieszanki betonowej ASCC C 35/45

| Składnik | Ilość; kg/m ³ |
|--------------------|--------------------------|
| Cement CEM I 42,5R | 350 |
| Piasek 0-2 mm | 611 |
| Żwir 2-8 mm | 462 |
| Żwir 8-16 mm | 633 |
| Popiół lotny | 120 |
| Woda | 167 |
| Glenium ACE 48 | 3,85 |
| w/s | 0,41 |

7. Wyniki badań betonu ASCC C 35/45

7.1. Badania mieszanki betonowej

Na etapie wykonywania mieszanki betonowej za konieczne uznano spełnienie następujących wymagań:

- rozptyw całkowity betonowego placka uzyskanego z odwróconego stożka Abrahamsa minimum 60 cm, co gwarantowało odpowiednią ciekłość mieszanki betonowej umożliwiającą samoistny przepływ mieszanki w formie zbiornika lub separatora (rys. 2)
- utrzymanie konsystencji (rozptywu) przez okres minimum 30 minut. Czas niezbędny do utrzymania konsystencji ustalono na podstawie procesów technologicznych odbywających się w zakładzie prefabrykacji z uwzględnieniem pewnego marginesu bezpieczeństwa
- tempo rozptywu placka do średnicy 50 cm: 5-10 sekund, co zapewnia odpowiednią szybkość płynięcia, dostosowaną do tempa betonowania.

Po ustaleniu składu, a przede wszystkim ilości domieszki upłynniającej, pobrano próbki sześcienne o boku 15 cm i poddano je 2-3-sekundowej wibracji, symulującej chwilowe „wzbudzenie” betonu – tak jak będzie miało to miejsce podczas seryjnej produkcji w zakładzie prefabrykacji. Po przechowywaniu próbek w warunkach normowych poddano je badaniom sprawdzającym w celu potwierdzenia przyjętych założeń projektowych.

7.2. Badania stwardniałego betonu

Wykonano następujące badania stwardniałego betonu:

- wytrzymałość na ściskanie po 1, 2, 7, 28, 90 i 180 dniach
- mrozoodporność po 28 i 90 dniach – 150 cykli
- wodoprzepuszczalność W8
- głębokość penetracji wody pod ciśnieniem
- nasiąkliwość
- odporność chemiczna betonu na działanie paliw i innych cieczy lekkich.

Po przeprowadzeniu próby przemysłowej procedurze badawczej poddano także odwierty rdzeniowe pobrane z betonowego zbiornika.

7.2.1. Badania wytrzymałości na ściskanie

Przeprowadzone badania wytrzymałości na ściskanie, zgodnie z wymaganiami norm PN-EN

Tabela 2. Wymagania projektowe dla betonu ASCC C35/45

| Wymagania dla mieszanki betonowej | Wymagania dla stwardniałego betonu |
|---|---|
| Konsystencja mieszanki betonowej: 60-65 cm mierzona jako rozptyw placka | Wytrzymałość na ściskanie betonu po 1 dniu twardnienia – min. 20 MPa |
| Brak segregacji składników | Wytrzymałość na ściskanie betonu po 28 dniu twardnienia – min. 45 MPa |
| Utrzymanie konsystencji w czasie min. 30 minut | Stopień wodoprzepuszczalności W8 |
| Prawidłowe odpowietrzenie mieszanki betonowej | Głębokość penetracji wody – max. 30 mm |
| | Nasiąkliwość – max. 5% |
| Brak zjawiska „wyrzucania” wody | Stopień mrozoodporności F 150 |
| | Odporność chemiczna zgodnie z PN-EN 858-1:2005 [5] (wytrzymałość na ściskanie betonu przechowywanego w roztworach zgodnie z PN-EN 858-1:2005 [5] – min. 45 MPa) |

12390-3:2001 [8] i PN-EN 12504-1:2001 [9] (tabela 4), potwierdzają osiągnięcie założeń projektowych.

7.2.2. Badanie głębokości penetracji wody pod ciśnieniem po 28 dniach

Badanie przeprowadzono wg PN-EN 12390-8:2001 [10]. Badany beton charakteryzował się wysoką szczelnością, a uzyskane średnie wartości głębokości wnikania wody – 11 mm, zgodnie z zaleceniami niemieckimi, pozwalają go zakwalifikować jako beton szczelny (maksymalna głębokość wnikania wody 50 mm, a dla betonów specjalnych do 30 mm). Jednocześnie przeprowadzone badania wodoprzepuszczalności betonu po 28 dniach, zgodnie z normą PN-88/B-06250 [11], pozwalają zakwalifikować go jako beton o stopniu wodoszczelności W8.

7.2.3. Badanie odporności betonu na działanie paliw

Badane próbki oraz pobrane odwierty po 28 dniach zostały umieszczone na 1000 godzin w roztworach



Rys 2. Badanie rozptywu betonowego placka metodą odwróconego stożka Abrahamsa



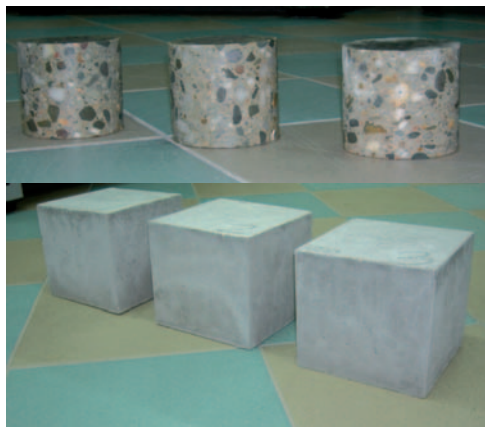
Tabela 4. Średnia wytrzymałość na ściskanie

| Próba | Wytrzymałość średnia, f_{cm} , MPa | | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|------------|------------|--------|--------|------------|
| | 1 dzień | 2 dni | 7 dni | 28 dni | 90 dni | 180 dni |
| ASCC C 35/45 | 25,3 | 40,3 | 54,2 | 63,6 | 74,9 | 83,6 |
| Odwierty rdzeniowe | nie badano | nie badano | nie badano | 52,8 | 65,3 | nie badano |

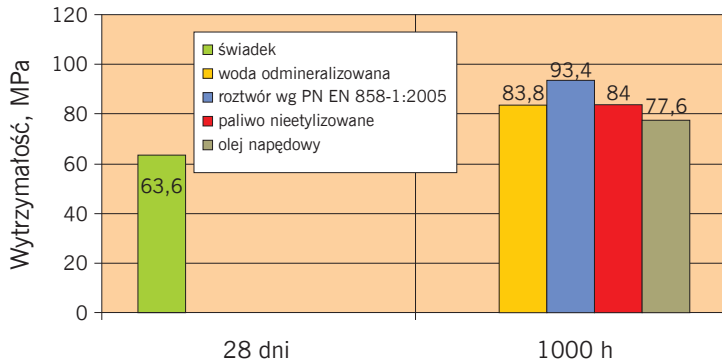
Tabela 5. Badanie odporności chemicznej betonu na działanie cieczy lekkich

| Oznaczenie próby | Średnia wytrzymałość na ściskanie prób przechowywanych przez 1000 h w roztworach; f_{cm} [MPa] | | | |
|--------------------|--|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|
| | Woda odmineralizowana | Roztwór wg PN-EN 858-1:2005 | Paliwo nieetylizowane zgodne z EN 228 | Olej napędowy zgodny z ISO 8217 |
| C 35/45 ASCC | 83,1 | 93,5 | 83,3 | 76,7 |
| Odwierty rdzeniowe | 53,1 | 54,7 | 55,7 | 53,9 |

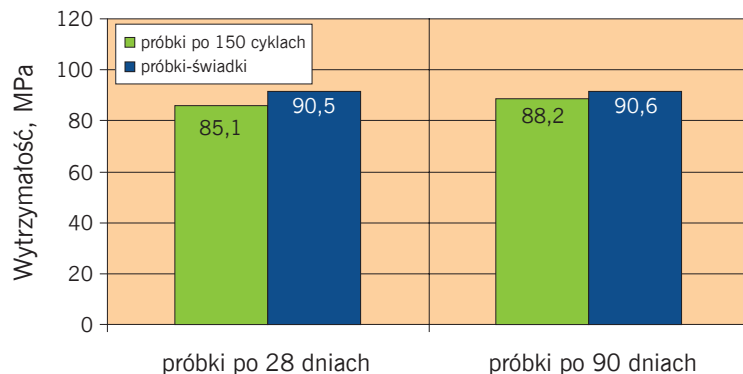
Rys. 3. Widok próbek betonowych oraz odwiertów rdzeniowych po 1000 godzinach przechowywania w oleju napędowym



Rys. 4. Wytrzymałość próbek przechowywanych przez 1000 godzin w roztworach zgodnych z PN-EN 858-1:2005 [5]



Rys. 5. Badanie mrozoodporności betonu po 28 i 90 dniach – spadek wytrzymałości



opisanych w tabeli 5. Po upływie tego okresu zostały poddane obserwacji, a następnie badaniom wytrzymałościowym. Badane próbki oraz odwierty nie miały śladów złuszczeń powierzchniowych, spękań i rys. Powierzchnia ich była gładka i bez obcych

natotów (rys. 3). W czasie przechowywania próbek w wymienionych środowiskach agresywnych (tabela 5) zgodnych z PN-EN 858-1:2005 [5] następował wzrost wytrzymałości betonu nawet ponad 30% w stosunku do wytrzymałości określonej w terminie normowym (28 dni). Przeprowadzone badania wytrzymałościowe potwierdziły spełnienie wymagań normy PN-EN 858-1:2005 [5] (minimum 45 MPa po przechowywaniu w roztworach).

7.2.4. Badanie mrozoodporności

Badanie mrozoodporności wykonano dla stopnia mrozoodporności F150 wg normy PN-BB/B-06250 [11]. Proces badawczy rozpoczynał się po upływie 28 dni (jest to najczęściej wskazywany termin rozpoczęcia badań w dokumentacjach projektowych) oraz po 90 dniach. Wyniki badań przedstawiono na rys. 5. Badane próbki spełniły wymagania dla stopnia F150 – charakteryzowały się minimalnym spadkiem masy oraz wytrzymałości na ściskanie (6,0% dla próbek po 28 dniach i 2,5% po 90 dniach). Można także zauważyć, że rozpoczęcie procedury badania mrozoodporności po dłuższych okresach dojrzewania betonu (90 dni) daje niższe spadki wytrzymałości próbek zamrażanych w stosunku do świadków. Jest to cecha charakterystyczna w przypadku stosowania cementów z dodatkami mineralnymi oraz w przypadku stosowania wysokiej jakości dodatków do betonu.

Podsumowanie

Przeprowadzone badania oraz próby przemysłowe potwierdzają wysoką odporność odpowiednio zaprojektowanego i wykonanego betonu na działanie paliw oraz cieczy lekkich zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 858-1:2005 [5]. Wykonany beton charakteryzował się wysokimi parametrami wytrzymałościowymi oraz odpowiednim stopniem szczelności i mrozoodporności.

mgr inż. Tomasz Pużak
Górażdże Cement SA

Literatura

- 1 C. Madryas, A. Kolonko, L. Wysocki, *Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych*, Wrocław 2002
- 2 Z. Giergiczny, W. Nocuń-Wczelick, *Rola cementu w kształtowaniu właściwości betonu, materiały Konferencji „Beton cementowy w obiektach hydrotechnicznych”*, Górażdże 2006
- 3 A. M. Neville, *Właściwości betonu*, Polski Cement, Kraków 2000
- 4 L. Czarnecki, *Beton według normy PN-EN 206-1 – komentarz*, Polski Cement 2006
- 5 PN-EN 858-1:2005 *Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich. Część 1: Zasady projektowania, właściwości użytkowe i badania, znakowanie i sterowanie jakością*
- 6 PN-EN 858-2:2005 *Instalacje oddzielaczy cieczy lekkich. Część 2: Dobór wielkości nominalnych, instalowanie, użytkowanie i eksploatacja*
- 7 PN-EN 450-1:2006 *Popiół lotny do betonu*
- 8 PN-EN 12390-3:2001 *Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania*
- 9 PN-EN 12504-1:2001 *Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Odwierty rdzeniowe. Wycinanie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie*
- 10 PN-EN 12390-8:2001 *Badania betonu. Część 8: Głębokość penetracji wody pod ciśnieniem*
- 11 PN-88/B-06250 *Beton zwykły*