

Po wydarzeniach z 11 września w USA zadajemy sobie pytanie, czy w naszych budynkach o konstrukcjach betonowych i żelbetowych możemy czuć się bezpiecznie. Czy gdy wybuchnie pożar, będziemy mieli na tyle czasu, aby opuścić budynek i uratować nasze mienie. Odpowiadając na te i podobne pytania, musimy w pierwszej kolejności prześledzić, co dzieje się z betonem poddanym działaniu wysokich temperatur.

Pożar w obiekcie stwarza różnego rodzaju zagrożenia dla elementów konstrukcyjnych budynku. Po pierwsze wysoka temperatura. Beton jako tworzywo wielofazowe zawiera w swojej strukturze wodę w różny sposób związaną. Wraz ze wzrostem temperatury następuje oddawanie wody, począwszy od tej zawartej w porach kapilarnych (100-200°C), a skończywszy na wodzie związanej chemicznie w uwodnionych krzemianach wapniowych w temperaturze 750-1000°C. Wraz z utratą wody zmienia się struktura betonu i spada jego wytrzymałość. Innym zagrożeniem są naprężenia termiczne. W czasie pożaru mamy do czynienia z dwoma ich rodzajami. Naprężenia termiczne pierwszego rodzaju występują w konstrukcji, której powierzchnia jest ogrzewana przy jednocześnie chłodnym wnętrzu. Nagrzana powierzchnia ulega rozszerzeniu termicznemu, co powoduje znaczne naprężenia pomiędzy nią a zimniejszym wnętrzem elementu konstrukcji. Natomiast z naprężeniami drugiego rodzaju mamy do czynienia w momencie gaszenia pożaru. Używana do tego celu woda powoduje szok termiczny nagrzanej konstrukcji. Ale pomimo tak poważnych czynników destrukcyjnych budowle żelbetowe prze-

A kiedy pożar – to dlaczego beton?

trwały nawet najbardziej ekstremalne warunki pożarowe. Oto kilka znaczących przykładów zaczerpniętych z książki M. Gruener „Korozyja i ochrona betonu”:

1. 1906 r. pożar w San Francisco – w palących się kilka dni budynkach okresowo panowała temperatura do 1200°C, a chwilami dochodziła do 1650°C – mimo to konstrukcje budynków wytrzymały takie warunki.

2. Drezno 1911 r. – pożar domu towarowego trwał kilka godzin przy czym temperatura dochodziła i utrzymywała się długo w okolicach 1100°C – konstrukcja ocalała.

3. Berlin 1922 r. – fabryka czekolady paliła się wiele dni, mimo temperatur dochodzących do 1100°C beton był uszkodzony tylko do głębokości kilku milimetrów.

4. Warszawa 1939 r. – bombardowania spowodowały pożary w wielu budynkach o konstrukcji żelbetowej. Szczególnie ucierpiały wznoszone wielokondygnacyjne budynki szkieletowe, wewnątrz których znajdowało się dużo drewnianych deskowań i rusztowań. Pomimo iż żelbetowy szkielet nie był ani obmurowany, ani otynkowany, nie zanotowano na ogół wypadków zniszczenia konstrukcji.

Jak wynika z przytoczonych wyżej przykładów konstrukcje żelbetowe są w stanie wytrzymać nawet długotrwałe warunki intensywnego pożaru, w których temperatury przez wiele godzin sięgają 1000°C. Ponadto prowadzona intensywnie akcja gaśnicza z reguły nie powoduje tu również większych zniszczeń. Przyczyniają się do tego dobre właściwości izolujące betonu. Jak wykazała praktyka, stal osłonięta betonem ulega w znacznie mniejszym stopniu ogrzaniu niż otoczenie. Powoduje to zachowanie właściwości sprężystych przez zbrojenie. Ponadto



Konstrukcje żelbetowe są w stanie wytrzymać nawet długotrwałe warunki intensywnego pożaru, w których temperatury przez wiele godzin sięgają 1000°C

foto: Archiwum

zniszczenia samego betonu dotyczą z reguły tylko jego warstwy powierzchniowej, która szybko może zostać naprawiona (np. usunięta i zastąpiona nową przez torkretowanie).

Aby konstrukcja żelbetowa wytrzymała tak ekstremalne warunki wywołane pożarem, musi być odpowiednio dobrze zaprojektowana. Najważniejsze jest zapewnienie odpowiedniej grubości otuliny betonowej osłaniającej zbrojenie. Otulina prętów nie może być zbyt cienka (np. 1 cm), gdyż w czasie pożaru, na skutek powstających naprężeń opadałaby płatami. Nie może ona też być zbyt gruba w przypadku smukłych elementów, gdyż istnieje niebezpieczeństwo powstania dużej sieci włoskowatych spękań.

W tabeli przedstawiono zalecane grubości otuliny betonowej dla wybranych elementów żelbetowych w zależności od projektowanej odporności ogniowej.

Przy czym przez klasę odporności ogniowej rozumiemy zmierzaną długość bezpieczeństwa wytrzymałościowego w przypadku pożaru (podział ten jest określony

Tabela 1. Grubość warstwy otulającej zbrojenie elementów żelbetowych, cm.

Nazwa elementu	Klasa odporności ogniowej			
	F4 (4 godz.)	F2 (2 godz.)	F1 (1 godz.)	F0,5 (30 min.)
Stropy żelbetowe płytowe	N	2,5	2,0	1,5
Belki i podciągi żelbetowe wolnopodparte ciągłe	N N	5,0 4,0	3,5 2,0	
Schody żelbetowe płytowe w belkach spoczników	N	4,0	2,5	
Stupy żelbetowe	4,0	2,5	2,0	
Stropodachy żelbetowe płytowe - żebrowe w płytach w żebrach	N N	2,5 3,0	1,5 2,0	1,0 1,5
Wiązary żelbetowe	6,0	4,0	2,5	1,5

Litera N w rubryce oznacza, że element budowlany nie odpowiada wymaganiom danej klasy odporności ogniowej i nie może być stosowany

odpowiednimi przepisami techniczno-budowlanymi i przeciwpożarowymi). Ponadto w celu zwiększenia odporności ogniowej elementów budynków konieczne jest odpowiednie zaprojektowanie betonu i zbrojenia. Najlepsze efekty, jeśli chodzi o odporność na wysokie temperatury, wykazują betony na kruszywach bazaltowych i diabazowych. Wykorzystanie włókien podnosi również ognioodporność betonu. W przypadku projektowania siatki zbrojenia, zdecydowanie korzystniejsze jest zastosowanie większej ilości prętów o możliwie małej średnicy niż wykorzystanie dużych elementów zbrojących. Zastosowanie wielu prętów o małej średnicy znacznie utrudnia przewodnictwo ciepłe w poprzek elementu żelbetowego. Trzeba jednak pamiętać, iż przy takim układzie zbrojenia należy stosować nieco grubszą otulinę betonową. Działanie temperatury powoduje również wydłużenie się elementów budowli. Przyjmuje się, że współczynnik rozszerzalności liniowej żelbetu wynosi ok. 0,00001 na 1°C. Może to wywołać dodatkowe bardzo niebezpieczne momenty zginające oraz siły podłużne i poprzeczne. Dlatego projektując budynki narażone na potencjalny pożar należy uwzględnić również odpowiedni sposób dylatowania, umożliwiające kompensację powstających naprężeń.

Zatem możemy powiedzieć, iż odpowiednio zaprojektowany i wykonany budynek w technologii betonowej i żelbetowej zapewnia bezpieczeństwo w przypadku pożaru. Wykonanie konstrukcji o odpowiedniej klasie wytrzymałości ogniowej daje odpowiednio dużo czasu na ewakuację ludzi i prowadzenie akcji ratowniczej.

mgr inż. Justyna Piotrowska
Biuro SPBTWP

Sprostowanie



foto. Archiwum

W podpisie do powyższego zdjęcia, które zostało opublikowane w kwartalniku PC 4/2001, błędnie podano nazwiska widocznych na nim osób. Wszystkich zainteresowanych przepraszamy za pomyłkę. Prawidłowy podpis powinien brzmieć: W przeddzień XIII Kongresu Europejskiej Organizacji Betonu Towarowego w Berlinie odbyło się posiedzenie Zarządu ERMCO oraz Sesja Reprezentantów ERMCO. Do obu ww. gremiów zostali wprowadzeni przedstawiciele Stowarzyszenia Producentów Betonu Towarowego w Polsce. Na zdjęciu od lewej: Jacek Falkowski – przedstawiciel SPBT, prof. Francesco Biasioli – sekretarz generalny ERMCO, Andrzej Werkowski – SPBT.

Redakcja

Heidelberg Cement inwestuje na Ukrainie

Heidelberg Cement nabył kontrolny pakiet 82,81% akcji w ukraińskiej cementowni Krzywy Róg. W prace nad projektem ukraińskim od samego początku zaangażowany jest zespół specjalistów z Górażdże Cement SA, którym kieruje prezes Andrzej Balcerek, odpowiedzialny z ramienia koncernu za linię biznesową cementu w północno-wschodniej Europie. Operacja zakupu trwała w okresie od sierpnia do listopada 2001 roku, a najważniejsze transakcje zostały sfinalizowane w październiku.

Kombinat Cementowo-Górnicy Krzywy Róg położony jest w regionie Dniepropietrowska, który jest bardzo ważnym i gęsto zaludnionym okręgiem przemysłowym na terenie centralnej Ukrainy. Cementownia Krzywy Róg została oddana do eksploatacji w 1952 roku i zmodernizowana w 1983 roku. Wyposażona jest w jeden nowoczesny piec do wypału klinkieru, stosujący japońską technologię produkcji. Zakład



foto. Archiwum

Cementownia Krzywy Róg – widok ogólny

może produkować rocznie 1,2 mln ton cementu i zatrudnia 1500 pracowników. Cementownia produkuje cementy portlandzkie i cementy mieszane z dodatkiem żużla wielkopieczowego. W 2000 roku zakład wyprodukował 931 tys. ton cementu, osiągając najwyższy w ukraińskim przemyśle cementowym wskaźnik wykorzystania zdolności produkcyjnych – na poziomie 81%. Obroty za 2000 rok wyniosły 21 mln USD. Heidelberg Cement zamierza zainwestować w cementowni Krzywy Róg 6,4 mln USD. Celem inwestycji będzie modernizacja produkcji, poprawa efektywności kosztów oraz wprowadzenie standardów ochrony środowiska i bezpieczeństwa pracy. Ukraina z liczbą 50 milionów mieszkańców i konsumpcją cementu wynoszącą obecnie tylko 5 mln ton rocznie jest bardzo ważnym rynkiem o ogromnych perspektywach rozwoju.

red

ISO dla Mo-Bruku

Certyfikaty zgodności z normą ISO 9001 i 14001 otrzymała 30 listopada 2001 roku firma Mo-Bruk.

Firma, której właścicielami są Elżbieta i Józef Mokrzyccy, działa od 1996 roku w miejscowości Korzenna w powiecie nowosądeckim. Od samego początku przedsiębiorstwo państwa Mokrzyckich zajmuje się utylizacją i zagospodarowaniem odpadów przemysłowych. Jednym z podstawowych obszarów działalności firmy jest także produkcja betonu towarowego i budowa betonowych nawierzchni drogowych. W okolicznych gminach Mo-Bruk wybudował ponad 50 km dróg betonowych.

– Najtrudniejsze było podjęcie decyzji o poddaniu się certyfikacji. Dziś ja i moi pracownicy jesteśmy pewni, że była to dobra decyzja i wiemy, że będzie



foto. Archiwum

Elżbieta i Józef Mokrzyccy otrzymali certyfikaty zgodności z normą ISO 9001 i 14001 od Wojciecha Piskorskiego – przedstawiciela DET NORSKE VERITAS

procentowała w przyszłości – mówi Józef Mokrzycki.

Wprowadzenie i certyfikację Systemu Zarządzania Jakością oraz Systemu Zarządzania Środowiskowego przeprowadziła jedna z największych organizacji na świecie, DET NORSKE VERITAS.

Zbigniew Piłch