



**Porównawcze badania laboratoryjne przyczepności  
stali EPSTAL oraz stali klasy A do betonu w warunkach  
termicznych występujących w czasie pożaru**

**Opracowanie:  
Centrum Promocji Jakości Stali**

## Cel badania

Badanie miało na celu sprawdzenie przyczepności stali EPSTAL<sup>®</sup> do betonu w warunkach termicznych występujących w trakcie oraz po przebytych pożarze. Badania te przeprowadzono przy współpracy ze Szkołą Główną Służby Pożarniczej i miały one charakter porównawczy – do wykonania próbek zastosowano dwa rodzaje stali: gorącowałcowaną EPSTAL<sup>®</sup> klasy C oraz zimnowałcowaną klasy A.

## Opis badania

Próby oznaczenia przyczepności betonu do stali poprzez wrywanie prętów z walcowych próbek betonowych wykonano na dwa sposoby:

**Badania „na zimno”** miały na celu oszacowanie przyczepności stali do betonu w warunkach, jakie panują po pożarze. Idea tych badań polegała na podgrzaniu próbki do odpowiedniej, ustalonej temperatury (+500°C, +600°C lub +700°C), a następnie, po „nie wstrząsowym” ochłodzeniu jej do temperatury pokojowej (około +20°C), poddaniu próbki oznaczenia przyczepności betonu do zbrojenia.

Badania „na zimno” wykazały, iż siły przyczepności dla obu gatunków stali, badane w temperaturze +20°C bez uprzedniego podgrzewania próbek, są porównywalne. Jednak redukcja sił wrywania po podgrzaniu próbek do temperatury +500°C, a następnie ich ochłodzeniu, jest już różna dla obu gatunków stali: w przypadku stali C EPSTAL<sup>®</sup> siła przyczepności uległa redukcji o 3% w stosunku do wartości wyjściowej, natomiast dla stali A redukcja ta wyniosła aż 20%. Zwiększenie temperatury nagrzewania powodowało dalszą redukcję sił wrywających, a więc i przyczepności: po nagrzaniu do temp. +600°C o 49% dla stali C EPSTAL<sup>®</sup> i o 55% dla stali A, natomiast po nagrzaniu do temp. +700°C nośność połączenia osiąga 25% - stal C EPSTAL<sup>®</sup> i 21% - stal A wartości wyjściowej.

Wyniki tego badania prowadzą do wniosku, iż o ile w przypadku, gdy próbki nie poddawano wstępnemu podgrzewaniu, wyznaczone dla nich wartości przyczepności są porównywalne, o tyle po ich uprzednim nagrzaniu i ochłodzeniu przyczepność stali C EPSTAL<sup>®</sup> jest znacząco wyższa od przyczepności stali A, a jej spadek w kolejnych etapach badania jest mniejszy.

**Badania „na gorąco”** to badania przyczepności stali do betonu w warunkach pożaru. Miały one na celu ustalenie temperatury krytycznej, przy której następuje utrata siły przyczepności. W pierwszym etapie próbki umieszczone w piecu poddawano stałej sile wrywającej pręt: 12 kN lub 20 kN. Następnie rozpoczynał się proces grzewczy zgodnie z założonym rozkładem „temperatura – czas”, przyjętym normowo jako odwzorowanie warunków występujących w czasie pożaru. Temperaturę stopniowo zwiększano, aż do utraty przyczepności stali do betonu.

W przypadku obciążenia siłą 12 kN temperatury krytyczne mierzone na styku pręta z betonem wyniosły: +425,5°C dla stali C EPSTAL<sup>®</sup> oraz +293,3°C dla stali A – różnica pomiędzy temperaturami jest znacząca, wynosi aż 45%. Temperatury krytyczne dla próbek obciążonych siłą 20 kN to odpowiednio:

+265,7°C dla stali C EPSTAL<sup>®</sup> i +203,0°C dla stali A. Wyznaczona temperatura krytyczna dla stali EPSTAL<sup>®</sup> jest wyższa o 31% od temperatury krytycznej wyznaczonej dla stali „A”.

## Wnioski

Analizując powyższe dane można dojść do wniosku, iż w temperaturach pożarowych stal klasy C EPSTAL<sup>®</sup>, przy tym samym poziomie obciążenia, zachowuje wyższą zdolność do utrzymania integralności betonu i stali zbrojeniowej, realizowaną siłami przyczepności. W praktyce oznacza to dłuższy czas zachowania nośności w czasie trwania pożaru przez element zazbrojony stalą klasy C EPSTAL<sup>®</sup> w porównaniu do takiego samego elementu wykorzystującego stal klasy A.

Podsumowując – opisane powyżej badania świadczą o lepszych właściwościach stali EPSTAL<sup>®</sup> pod kątem zachowania przyczepności między betonem i stalą, a zatem i zachowania nośności, w warunkach po przebytych pożarze oraz w czasie jego trwania.

## Dokumentacja fotograficzna



Rys.1. Badanie „na gorąco” – widok próbki przed badaniem. W tle cylindryczny piec, w którym umieszczana jest próbka.



Rys.2. Przykład próbki po badaniu z widocznym kanalikiem, w którym umieszczona została termopara mierząca temperaturę na styku zbrojenie – beton.



Rys.3. Badanie „na zimno” - przykład typowego zniszczeni. Stal A, temperatura 700°C.



Rys.4. Badanie „na gorąco” – przykład typowego zniszczenia. Stal C EPSTAL<sup>®</sup>, obciążenie 12 kN.

Opracowanie przygotowano na podstawie pracy pt.:

„Porównawcze badania laboratoryjne przyczepności stali EPSTAL oraz stali klasy A do betonu w warunkach termicznych występujących w czasie pożaru”

autorstwa:

**st.bryg.prof.dr hab.inż. Zoji Bednarek\***

**mł.kpt dr inż. Paweł Ogrodnik\***

**dr inż. Paweł Sulik\***

\* Szkoła Główna Służby Pożarniczej

**[www.cpjs.pl](http://www.cpjs.pl)**

**Centrum Promocji Jakości Stali**

**Ul. Koszykowa 54**

**00-675 Warszawa**

**Tel.: +48 22 630 83 76**

**Tel. | Fax: +48 22 630 83 75**

**e-mail: [biuro@cpjs.pl](mailto:biuro@cpjs.pl)**