

mł. bryg. dr inż. Renata Kamocka-Bronisz*
st. kpt. dr inż. Paweł Ogródnik*

Wpływ prędkości nagrzewania i poziomu naprężeń na parametry krytyczne stali BSt500S i B500SP

Effect of heating rate and stress level on the critical parameters of steel BSt500S and B500SP

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu prędkości przyrostu temperatury w czasie, poziomu naprężeń oraz stałej w czasie podwyższonej temperatury na parametry wytrzymałościowe stali zbrojeniowej BSt500S. Uzyskane parametry porównano z wyznaczonymi parametrami stali B500SP. Testy przeprowadzono dla różnej prędkości nagrzewania przy stałej wartości naprężenia (anizothermal tests) oraz w stałej podwyższonej temperaturze (steady-state tests). Rejestrowano wartości siły, temperatury i wydłużenia w czasie. Na ich podstawie wyznaczono i porównano wpływ prędkości nagrzewania oraz poziomu naprężeń na temperaturę krytyczną i krytyczne odkształcenie badanych stali oraz określono wytrzymałość na rozciąganie (f_t), granicę plastyczności (f_y), ciągliwość (stosunek f_t/f_y), wydłużenia przy maksymalnej sile jako funkcję temperatury.

Słowa kluczowe: stal zbrojeniowa, temperatura pożarowa, parametry wytrzymałościowe, prędkość nagrzewania, temperatura krytyczna.

Abstract. The paper presents the results of a research about the influence of temperature vs. time distribution (like in fire) on the strength parameters of two structural steels grade BSt500S and B500SP. The tests were performed in a field of variable temperatures under a linear temperature rise at various heating rates and for a constant σ/f_y stress value (anizothermal tests) and in constant temperatures (steady-state tests). The force, temperature and elongation values were recorded. On their basis impact of heating rate on the critical temperature and critical strain of tested steels were examined. Also tensile strength, yield stress, strength to yield ratio and elongation with maximum force were derived as a function of temperature.

Keywords: reinforcing steel, fire temperatures, strength parameters, heating rate, critical temperature.

Stal jako materiał konstrukcyjny nie jest odporna na działanie wysokiej temperatury. Przepisy budowlane nakazują, aby budynki i urządzenia z nimi związane były zaprojektowane i wykonane w sposób zapewniający w razie pożaru możliwość bezpiecznej ewakuacji [1]. Spełnienie wymagań dotyczących bezpieczeństwa możliwe jest wyłącznie na podstawie dokładnego prognozowania zmian parametrów wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych uzyskanych z badań w warunkach termicznych zbliżonych do występujących w pożarach rzeczywistych, co potwierdzają prace [2, 3, 4].

Celem przeprowadzonych przez nas badań było określenie wpływu rozkładu temperatury w czasie (prędkości nagrzewania) na parametry krytyczne (T_{kr} , ε_{kr}) badanych gatunków stali przy stałych osiowych obciążeniach mechanicznych. Badania prowadzono w warunkach anizotermicznych przy prędkości nagrzewania: 5; 20; 35 i 50 °C/min oraz 2 poziomach naprężeń

* Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego

0,5 f_y i 0,8 f_y . Jako uzupełnienie badań nad wpływem rozkładu temperatury w czasie na badane parametry przeprowadzono również badania w stałej podwyższonej temperaturze. Statyczne próby rozciągania wykonano w stałej temperaturze 20 oraz 200 do 500 °C, zwiększając ją co 100 °C.

Charakterystyka badanych gatunków stali

Szczególne zainteresowanie zespołu badawczego skierowane było na stal zbrojeniową BSt500S oraz B500SP. Stal BSt500S to stal o granicy plastyczności podwyższonej do 500 MPa oraz średniej ciągliwości, klasy B wg normy PN-EN 1992-1-1 [5] i bardzo dobrej spawalności, stosowana do zbrojenia betonu. Gatunek ten jest równoważny gatunkowi RB 500W wg PN-ISO 6935-2 [6]. Stal B500SP to stal zbrojeniowa gorącowałowana o podwyższonej ciągliwości. Charakteryzuje się przede wszystkim większą wydłużalnością od powszechnie stosowanych gatunków stali zbrojeniowej i należy do najwyższej klasy ciągliwości – C. W tabeli 1 przedstawiono skład che-

miczny badanych stali, a w tabeli 2 ich parametry wytrzymałościowe w temperaturze normalnej.

Tabela 1. Skład chemiczny stali B500SP oraz BSt500S zgodnie z normą PN-H-93220 [7] oraz PN-EN 10080:2007 [8]

Rodzaj stali	Zawartość pierwiastka [%]							C _{eq} max %
	C	Mn	Si	P	S	Cu	N	
B500 SP	0,24	1,65	0,60	0,055	0,055	0,85	0,013	0,52
BSt 500S	0,24	1,70	0,65	0,055	0,055	0,60	0,013	0,52

[Źródło: opracowanie własne]

Tabela 2. Parametry wytrzymałościowe stali B500SP oraz BSt500S w temperaturze normalnej

Charakterystyka	Rodzaj stali	
	B500SP	BSt500S
Charakterystyczna granica plastyczności (f_{yk} , $f_{0,2k}$) f_{yk} [MPa]	500	≥ 500
Charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie f_{tk} [MPa]	575	≥ 550
Stosunek (f_t/f_y) _k (R_m/R_e)	1,15 ÷ 1,35	≥ 1,08
Odształcenie przy maksymalnej sile ε_{uk} [%]	8	≥ 5,0

[Źródło: opracowanie własne wg aprobat ITB AT-15-6699/2009 oraz AT-15-6740/2011]

