

HIGH-ALUMINA RAMMED NON-SHRINKING MIXTURES

G. V. SAMSONOV, V. S. FOMENKO AND YU. B. PADERNO
(Institute of Metal Ceramics and Special Alloys of Academy of Sciences of Uk. SSSR)

As high-temperature engineering involving the use of high-melting compounds, develops, it requires knowledge of the true temperatures of these materials. When determining their temperatures by pyrometric methods, we

must take emittance into account.

There is only sporadic data on this quantity in literature.

SPECTRAL EMITTANCE OF THE POWDERS OF SOME HIGH-MELTING COMPOUNDS

Compounds	Temperature, °C												
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
YC	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	—	—
Y ₂ C ₃	0,73	0,74	0,76	0,78	0,80	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,91	—	—
YC ₂	—	—	—	0,87	0,84	0,82	0,80	0,78	0,77	0,75	0,73	0,70	0,68
TiC	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	—	—	—
ZrC	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,79	0,79	0,79
HfC	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	—	—	—	—
NbC	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	—	—
TaC	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71	0,74	0,76	0,80	0,82	0,85	—	—	—
Cr ₃ C ₂	0,62	0,64	0,67	0,69	0,72	0,74	0,77	0,80	—	—	—	—	—
Cr ₇ C ₃	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	—	—	—	—	—	—
Mo ₂ C	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	—	—	—	—	—
WC	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70	0,69	0,69	—	—	—
W ₂ C	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	—	—
B ₄ C	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	—	—	—	—	—
TiC + Cr ₃ C ₂ (1 : 3)	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81	0,81	—	—	—	—	—	—
TiC + Cr ₃ C ₂ (3 : 1)	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	—	—	—	—
Be ₅ B	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	—	—	—	—
TiB ₂	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71	—	—	—
ZrB ₂	0,89	0,89	0,90	0,90	0,90	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	—	—	—
HfB ₂	0,89	0,89	0,90	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	0,92	0,92	—	—	—
VB ₂	0,72	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76	—	—	—
Ni ₃ B ₂	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
CrB ₂	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	—	—	—
Mo ₂ B ₅	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78	0,78	0,78	0,77	0,77	0,76	—	—	—
W ₂ B ₅	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	—	—
CaB ₆	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	—	—	—
SrB ₆	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	—	—	—
BaB ₆	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	—	—	—	—	—
ScB ₂	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	—	—
YB ₆	0,66	0,66	0,66	0,67	0,67	0,68	0,68	0,69	0,70	0,70	—	—	—
LaB ₆	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	—	—	—
CeB ₆	0,72	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,76	0,76	0,77	0,77	—	—

Continuation

Compounds	Temperature, °C												
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
PrB ₆	0,76	0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	0,78	0,78	0,78	0,79	0,79	0,79	—
NdB ₆	0,51	0,51	0,50	0,50	0,49	0,48	0,48	0,47	0,47	—	—	—	—
SmB ₆	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	—	—	—
EuB ₆	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	—	—
GdB ₆	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60	0,60	—	—
TbB ₆	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	—
TuB ₆	0,57	0,60	0,62	0,64	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,75	0,77	0,78	—
(+TuB ₄)													
YbB ₆	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	—	—	—
AlB ₁₂	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	—	—	—	—
UB ₁₂	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	—
Co ₃ B	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,84	0,85	0,85	0,85	0,86	0,86	0,86	0,87
(Ti, Cr)B ₂	0,73	0,72	0,72	0,70	0,70	0,69	0,68	0,67	0,67	0,66	—	—	—
3ZrB ₂ + CrB ₂	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80	—	—	—	—
TiB ₂ + 5% Mo	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	—	—	—	—
ScN	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,87	—	—
TiN	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	—	—	—
ZrN	0,73	0,73	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75	0,75	0,75	0,76	0,76	—	—
HfN	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	—	—
VN	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	—	—
V ₅ N	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	—	—	—	—
NbN	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	—	—	—
Nb ₂ N	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	—	—	—
TaN	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	—	—	—
Ta ₂ N	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	—	—	—
Cr ₂ N	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	—	—	—	—
CrN	—	—	—	0,60	0,58	0,55	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44	0,42	0,38
(above 1300° → Cr ₂ N)													
AlN	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	—	—	—	—	—	—
AlN	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
(in atmosphere Ar)													
GaN	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	—	—	—	—	—	—	—	—
Si ₃ N ₄	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	—	—	—	—
BN	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62	0,62	—	—	—
Mg ₂ Si	0,67	0,68	0,69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(in atmosphere Ar)													
GdSi ₂	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,82	0,82	0,83	0,83	—	—	—	—
TiSi ₂	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	—	—	—	—
Ti ₅ Si ₃	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	—	—	—	—
ZrSi ₂	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	—	—
VSi ₂	0,73	0,75	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	—	—	—	—
NbSi ₂	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	—	—	—
TaSi ₂	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	—	—
CrSi ₃	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	—	—	—	—
CrSi	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	—	—	—	—
Cr ₃ Si ₂	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	—	—	—	—
MoSi ₂	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Mo ₅ Si ₃	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	—	—	—
Mo ₄ Si	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	—	—
W ₅ Si	0,79	0,80	0,81	0,82	0,82	0,83	0,83	0,84	0,84	0,85	0,85	0,86	—
Mn ₄ Si	0,68	0,71	0,75	0,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(in atmosphere Ar)													
Mn ₂ Si ₂	0,70	0,73	0,76	0,80	0,83	—	—	—	—	—	—	—	—
(in atmosphere Ar)													
ReSi ₂	0,70	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	—	—	—	—	—	—
CoSi	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,86	—	—	—	—	—	—	—

Note: Comma represents decimal point.

Continuation

Compounds	Temperature, °C												
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
(in atmosphere Ar)													
NiSi ₂	0,67	0,71	0,75	0,78	0,82	—	—	—	—	—	—	—	—
in atmosphere of Si _x O _y C _z	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
GaP	0,51	0,54	0,56	0,59	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TiP	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	—	—	—	—	—	—	—
BP	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	—	—
La ₂ S ₃	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	—	—	—	—	—
Ce ₂ S ₃	0,78	0,79	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,85	0,86	0,89	0,91	—	—
Pr ₂ S ₃	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	—	—	—	—	—	—	—
Nd ₂ S ₃	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	—
ScBe ₁₃	0,82	0,81	0,80	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,74	0,73	—	—	—
TiBe ₂	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73	—	—
CrBe ₂	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	—	—
ReBc ₂	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	—	—	—	—

Note: Comma represents decimal point.

At the Institute of Metal-Ceramics and Special Alloys of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, measurement was made of the spectral emittance of a number of borides, carbides, silicides and nitrides of the transition metals over the temperature range from 800 to 1000°. The measurements were made with the powders of the high-melting compounds by an earlier-described method [1]. The finely powdered compound (2-3 microns) and a nitrocellulose binder were used to make a suspension which was then applied as a paste to the outside of a hollow cylinder 8 mm in diameter. There was an opening 1 mm in diameter in the wall of the cylinder.

The temperature of the cylinder surface (brightness temperature) and the temperature in the opening (true temperature) were determined with a OPPIR-09 optical pyrometer or an MP micro-optical pyrometer. The wavelength of the radiated light at which the measurements were taken was 650 mμ. It was possible to ensure even heating by means of an external heating cylinder made of tantalum. The spectral emittance was determined from the equation

$$\ln \epsilon_{\lambda} = \frac{c}{\lambda} \left(\frac{1}{T_{\text{true}}} - \frac{1}{T_{\text{bri}}} \right),$$

where $c = 1,438 \text{ cm/deg}$, λ is the wavelength, T_{true} and T_{bri} °K [1].

The emittance values obtained are shown in the Table.

In practice high-melting compounds are used in the form of compact parts. It is therefore of interest to compare the emittance of the powders and compact solids. Analysis shows that the difference between the emittance of the powders and compact bodies made of beryllium oxide, graphitic [2] and tantalum are roughly the same and amount to about 0.15-0.20. This enables us to use the data obtained to calculate the emittance values for smooth surfaces of high-melting materials.

REFERENCES

1. T. I. Serebryakova and others. Optics and Spectroscopy, 1960, 8, 410.
2. M. Ardenne. Tabellen der Elektronenphysik. Ionenphysik und Übermikroskopie, 1956, Vol. II, issue 892.