

## **Austenityczne stale nierdzewne**

Skład chemiczny austenitycznych stali odpornych na korozję (nierdzewnych) zapewnia im strukturę austenitu stabilnego w szerokim zakresie temperatury. Ze względu na własności antykorozyjne stale austenityczne są najczęściej stosowaną grupą stali odpornych na korozję. Stale austenityczne w porównaniu do stali ferrytycznych charakteryzują się wyższą odpornością na korozję, wyższymi własnościami wytrzymałościowymi i większą podatnością na odkształcenie plastyczne. Cechują się ponadto wysoką odpornością na korozję ogólną, wżerową i naprężeniową.

Austenit posiada strukturę krystaliczną regularną ściennie centrowaną, jest niemagnetyczny i ciągliwy w szerokim zakresie temperatur oraz nie wykazuje przełomu kruchego. Posiada wysoką wytrzymałość na rozciąganie w niskich temperaturach. Podczas przeróbki plastycznej na zimno może być utwardzony odkształceniowo do wysokiej wytrzymałości.

Austenityczne stale nierdzewne uzyskują jednorodną strukturę austenitu bez wydzieleni węglików i faz międzymetalicznych w wyniku przesycania w wodzie z zakresu temperatury 1000 - 1200°C. Tradycyjne gatunki stali austenitycznych mogą zawierać niewielkie ilości ferrytu delta, dla poprawy spawalności. Śladowe ilości ferrytu oraz wysokie stężenie chromu i molibdenu w stali może sprzyjać powstawaniu wydzieleni kruchej fazy sigma w zakresie temperatury 600 - 900°C.

Trwałość struktury austenitycznej zależy od stężenia pierwiastków stopowych. Gatunki stali o zawartości pierwiastków stopowych na dolnej granicy, mogą podczas odkształcenia na zimno lub podczas chłodzenia do niskiej temperatury ulegać przemianie martenzytycznej. Gatunki takie nazywane są „austenitycznymi metastabilnymi” np gatunki 1.4310 i 1.4318.

Stabilne gatunki austenityczne, w których nie występują śladowe ilości ferrytu nazywa się stalami „całkowicie austenitycznymi” np gatunki 1.4466 i 1.4539. Mogą one wymagać szczególnej uwagi podczas procesów spawania i kształtowania na gorąco.

Gatunki o wysokim stężeniu pierwiastków stopowych głównie chromu, molibdenu i azotu, charakteryzujące się bardzo dobrą odpornością na korozję w agresywnych środowiskach nazywa się stalami „superaustenitycznymi” np gatunki 1.4547 i 1.4652.

W wyniku nagrzania stali do temperatury wyższej od 500°C następuje wydzielenie węglików chromu na granicach ziarn, co powoduje zubożenie obszarów przyległych w chrom i w efekcie uwrażliwienie na działanie korozji międzykrystalicznej. Węgiel tworzący węgliki pochodzi z całej objętości ziarna natomiast chrom z obszarów przyległych do granic ziarn. Wrażliwość na korozję międzykrystaliczną zależy od temperatury i czasu wygrzewania oraz stężenia węgla w stali. Przeciwdziałanie korozji międzykrystalicznej może odbywać się przez ponowne przesycanie stali, ograniczenie stężenia węgla poniżej 0,03% oraz wprowadzenie pierwiastków węglotwórczych (Ti lub Nb) o większym powinowactwie chemicznym do węgla w udziale %Ti  $\geq$  4·%C, %Nb  $\geq$  8·%C.

Stale austenityczne dzięki 3% dodatkowi Mo charakteryzują się zwiększoną odpornością na działanie kwasu octowego i siarkowego, a dodatek Si polepsza odporność na działanie kwasu solnego. Stale austenityczne mogą zawierać również dodatek do 3% Cu, który zmniejsza podatność stali do korozji naprężeniowej. Dodatek pierwiastków międzywęzłowych, zwłaszcza azotu, wpływa na wzrost wytrzymałości i granicy plastyczności stali austenitycznych.

W normach ASTM gatunki austenityczne z zawartością manganu do 2% są sklasyfikowane w grupie 300.

Orientacyjny skład chemiczny (tab. 1), warunki obróbki cieplnej oraz wybrane własności mechaniczne (tab. 2) i fizyczne (tab. 3) austenitycznych stali nierdzewnych opracowano na podstawie norm PN-EN 10088-1÷3: 2007.

### Literatura

- [1]. PN-EN 10088-1÷3: 2007, Stale odporne na korozję.
- [2]. L.A. Dobrzański, Metaloznawstwo opisowe stopów żelaza, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007.

**Tablica 1**

Orientacyjny skład chemiczny oraz zamienniki austenitycznych stali nierdzewnych

| EN 10088         |        | Zamiennik |            |                | Stężenie pierwiastków, % <sup>(1)</sup> |             |             |           |           |            |             |                         |
|------------------|--------|-----------|------------|----------------|---|-------------|-------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------------------|
| Znak stali       | Numer  | AISI/ASTM | PN         | GOST           | C                                       | Cr          | Ni          | Mo        | Si        | Mn         | N           | Inne                    |
| X5CrNi18-10      | 1.4301 | 304       | 0H18N9     | 08Ch18N10      | ≤0,07                                   | 17,5 - 19,5 | 8,0 - 10,5  | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       |                         |
| X4CrNi18-12      | 1.4303 | 305       | -          | 06Ch18N11      | ≤0,06                                   | 17,0 - 19,0 | 11,0 - 13,0 | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       |                         |
| X8CrNiS18-9      | 1.4305 | 303       | -          | -              | ≤0,1                                    | 17,0 - 19,0 | 8,0 - 10,0  | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | Cu: ≤1,<br>S: 0,15-0,35 |
| X2CrNi19-11      | 1.4306 | 304L      | 00H18N10   | 03Ch18N11      | ≤0,03                                   | 18,0 - 20,0 | 10,0 - 12,0 | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       |                         |
| X2CrNi18-9       | 1.4307 | 304L      | -          | -              | ≤0,03                                   | 17,5 - 19,0 | 8,0 - 10,5  | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       |                         |
| X10CrNi18-8      | 1.4310 | 301       | 1H18N9     | -              | 0,05 - 0,15                             | 16,0 - 19,0 | 6,0 - 9,5   | ≤0,8      | ≤2,0      | ≤2,0       | ≤0,11       |                         |
| X2CrNiN18-10     | 1.4311 | 304LN     | -          | -              | ≤0,03                                   | 17,5 - 19,5 | 8,5 - 11,5  | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | 0,12 - 0,22 |                         |
| X5CrNiN19-9      | 1.4315 | 304N      | -          | -              | ≤0,06                                   | 18,0 - 20,0 | 9,0 - 12,0  | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | 0,12 - 0,22 | -                       |
| X2CrNiN18-7      | 1.4318 | 301LN     | -          | -              | ≤0,03                                   | 16,0 - 18,5 | 6,0 - 8,0   | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | 0,10 - 0,20 |                         |
| X5CrNi17-7       | 1.4319 | -         | -          | -              | ≤0,07                                   | 16,0 - 18,0 | 6,0 - 8,0   | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |
| X9CrNi18-9       | 1.4325 | -         | -          | -              | 0,03 - 0,15                             | 17,0 - 19,0 | 8,0 - 10,0  | -         | ≤1,0      | ≤2,0       | -           | -                       |
| X1CrNi25-21      | 1.4335 | -         | -          | -              | ≤0,02                                   | 24,0 - 26,0 | 20,0 - 22,0 | ≤0,2      | ≤0,25     | ≤2,0       | ≤0,11       |                         |
| X1CrNiSi18-15-4  | 1.4361 | -         | -          | -              | ≤0,015                                  | 16,5 - 18,5 | 14,0 - 16,0 | ≤0,2      | 3,7 - 4,5 | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |
| X11CrNiMnN19-8-6 | 1.4369 | -         | -          | -              | 0,07 - 0,15                             | 17,5 - 19,5 | 6,5 - 8,5   | -         | 0,5 - 1,0 | 5,0 - 7,5  | 0,20 - 0,30 | -                       |
| X2CrMnNiN17-7-5  | 1.4371 | 202       | -          | -              | ≤0,03                                   | 16,0 - 17,0 | 3,5 - 5,5   | -         | ≤1,0      | 6,0 - 8,0  | 0,15 - 0,20 | -                       |
| X12CrMnNiN17-7-5 | 1.4372 | 201       | -          | -              | ≤0,15                                   | 16,0 - 18,0 | 3,5 - 5,5   | -         | ≤1,0      | 5,5 - 7,5  | 0,05 - 0,25 | -                       |
| X12CrMnNiN18-9-5 | 1.4373 | 202       | -          | -              | ≤0,15                                   | 17,0 - 19,0 | 4,0 - 6,0   | -         | ≤1,0      | 7,5 - 10,5 | 0,05 - 0,20 | -                       |
| X8CrMnNiN18-9-5  | 1.4374 | -         | -          | -              | 0,05 - 0,10                             | 17,5 - 18,5 | 5,0 - 6,0   | ≤0,5      | 0,3 - 0,6 | 9,0 - 10,0 | 0,25 - 0,32 | Cu: ≤0,40               |
| X5CrNiMo17-12-2  | 1.4401 | 316       | 0H17N12M2T | 08Ch16N11M3    | ≤0,07                                   | 16,5 - 18,5 | 10,0 - 13,0 | 2,0 - 2,5 | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |
| X2CrNiMo17-12-2  | 1.4404 | 316L      | 00H17N14M2 | -              | ≤0,03                                   | 16,5 - 18,5 | 10,0 - 13,0 | 2,0 - 2,5 | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |
| X2CrNiMoN17-11-2 | 1.4406 | 316LN     | -          | -              | ≤0,03                                   | 16,5 - 18,5 | 10,0 - 12,5 | 2,0 - 2,5 | ≤1,0      | ≤2,0       | 0,12 - 0,22 | -                       |
| X2CrNiMoN17-13-3 | 1.4429 | 316LN     | -          | -              | ≤0,03                                   | 16,5 - 18,5 | 11,0 - 14,0 | 2,5 - 3,0 | ≤1,0      | ≤2,0       | 0,12 - 0,22 | -                       |
| X2CrNiMo17-12-3  | 1.4432 | 316L      | -          | 06Ch17N13M3-WD | ≤0,03                                   | 16,5 - 18,5 | 10,5 - 13,0 | 2,5 - 3,0 | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |
| X2CrNiMoN18-12-4 | 1.4434 | 317LN     | -          | -              | ≤0,03                                   | 16,5 - 19,5 | 10,5 - 14,0 | 3,0 - 4,0 | ≤1,0      | ≤2,0       | 0,10 - 0,20 | -                       |
| X2CrNiMo18-14-3  | 1.4435 | 316L      | -          | 03Ch17N14M3    | ≤0,03                                   | 17,0 - 19,0 | 12,5 - 15,0 | 2,5 - 3,0 | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |
| X3CrNiMo17-13-3  | 1.4436 | 316       | -          | -              | ≤0,05                                   | 16,5 - 18,5 | 10,5 - 13,0 | 2,5 - 3,0 | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |
| X2CrNiMo18-15-4  | 1.4438 | 317L      | -          | -              | ≤0,03                                   | 17,5 - 19,5 | 13,0 - 16,0 | 3,0 - 4,0 | ≤1,0      | ≤2,0       | ≤0,11       | -                       |

**Tablica 1**

Orientacyjny skład chemiczny oraz zamienniki austenitycznych stali nierdzewnych (cd)

| EN 10088             |        | Zamiennik |              |              | Stężenie pierwiastków, % <sup>(1)</sup> |             |             |           |       |           |             |   |
|----------------------|--------|-----------|--------------|--------------|---|-------------|-------------|-----------|-------|-----------|-------------|---|
| Znak stali           | Numer  | AISI/ASTM | PN           | GOST         | C                                       | Cr          | Ni          | Mo        | Si    | Mn        | N           | Inne                                      |
| X2CrNiMoN17-13-5     | 1.4439 | 317LMN    | -            | -            | ≤0,03                                   | 16,5 - 18,5 | 12,5 - 14,5 | 4,0 - 5,0 | ≤1,0  | ≤2,0      | 0,12 - 0,22 | -   |
| X1CrNiMoN25-22-2     | 1.4466 | 310MoLN   | -            | -            | ≤0,02                                   | 24,0 - 26,0 | 21,0 - 23,0 | 2,0 - 2,5 | ≤0,70 | ≤2,0      | 0,10 - 0,16 | -   |
| X1NiCrMoCuN25-20-7   | 1.4529 | N08926    | -            | -            | ≤0,02                                   | 19,0 - 21,0 | 24,0 - 26,0 | 6,0 - 7,0 | ≤0,50 | ≤1,0      | 0,15 - 0,25 | Cu: 0,5 - 1,50                            |
| X1CrNiMoCuN25-25-5   | 1.4537 | -         | -            | -            | ≤0,02                                   | 24,0 - 26,0 | 24,0 - 27,0 | 4,7 - 5,7 | ≤0,70 | ≤2,0      | 0,17 - 0,25 | Cu: 1,0 - 2,0                             |
| X1NiCrMoCu25-20-5    | 1.4539 | 904L      | 0H22N24M4TCu | -            | ≤0,02                                   | 19,0 - 21,0 | 24,0 - 26,0 | 4,0 - 5,0 | ≤0,70 | ≤2,0      | ≤0,15       | Cu: 1,2 - 2,0                             |
| X6CrNiTi18-10        | 1.4541 | 321       | 1H18N10T     | 08Ch18N10T   | ≤0,08                                   | 17,0 - 19,0 | 9,0 - 12,0  | -         | ≤1,0  | ≤2,0      | -           | Ti: 5xC - 0,7                             |
| X1CrNiMoCuN20-18-7   | 1.4547 | S31254    | -            | -            | ≤0,02                                   | 19,5 - 20,5 | 17,5 - 18,5 | 6,0 - 7,0 | ≤0,70 | ≤1,0      | 0,18 - 0,25 | Cu: 0,5 - 1,0                             |
| X6CrNiNb18-10        | 1.4550 | 347       | 0H18N12Nb    | 08Ch18N12B   | ≤0,08                                   | 17,0 - 19,0 | 9,0 - 12,0  | -         | ≤1,0  | ≤2,00     | -           | Nb: 10xC - 1,0                            |
| X3CrNiCu19-9-2       | 1.4560 | -         | -            | -            | ≤0,035                                  | 18,0 - 19,0 | 8,0 - 9,0   | -         | ≤1,0  | 1,5 - 2,0 | ≤0,11       | Cu: 1,5 - 2,0                             |
| X1NiCrMoCu31-27-4    | 1.4563 | N 08028   | -            | -            | ≤0,02                                   | 26,0 - 28,0 | 30,0 - 32,0 | 3,0 - 4,0 | ≤0,70 | ≤2,0      | ≤0,11       | Cu: 0,7 - 1,5                             |
| X2CrNiMnMoN25-18-6-5 | 1.4565 | -         | -            | -            | ≤0,03                                   | 24,0 - 26,0 | 16,0 - 19,0 | 4,0 - 5,0 | ≤1,00 | 5,0 - 7,0 | 0,30 - 0,60 | Nb: ≤0,15                                 |
| X3CrNiCu18-9-4       | 1.4567 | -         | -            | -            | ≤0,04                                   | 17,0 - 19,0 | 8,5 - 10,5  | -         | ≤0,70 | ≤2,0      | ≤0,11       | Cu: 3,0 - 4,0                             |
| X6CrNiCuS18-9-2      | 1.4570 | -         | -            | -            | ≤0,08                                   | 17,0 - 19,0 | 8,0 - 10,0  | ≤0,6      | ≤1,0  | ≤2,0      | ≤0,11       | Cu: 1,4 - 1,8,<br>S: 0,15 - 0,35          |
| X6CrNiMoTi17-12-2    | 1.4571 | 316Ti     | H17N13M2T    | 08Ch16N11M3T | ≤0,08                                   | 16,5 - 18,5 | 10,5 - 13,5 | 2,0 - 2,5 | ≤1,0  | ≤2,0      | -           | Ti: 5xC - 0,7                             |
| X3CrNiCuMo17-11-3-2  | 1.4578 | -         | -            | -            | ≤0,04                                   | 16,5 - 17,5 | 10,0 - 11,0 | 2,0 - 2,5 | ≤1,0  | ≤1,0      | ≤0,11       | Cu: 3,0 - 3,5                             |
| X6CrNiMoNb17-12-2    | 1.4580 | 316Cb     | -            | 08Ch16N13M2B | ≤0,08                                   | 16,5 - 18,5 | 10,5 - 13,5 | 2,0 - 2,5 | ≤1,0  | ≤2,0      | -           | Nb: 10xC - 1,0                            |
| X8CrMnCuNB17-8-3     | 1.4597 | -         | -            | -            | ≤0,10                                   | 16,0 - 18,0 | ≤2,00       | ≤1,00     | ≤2,00 | 6,5 - 8,5 | 0,15 - 0,30 | Cu: 2,00 - 3,50;<br>B: 0,0005-<br>0,0050; |
| X2CrNiMoCuS17-10-2   | 1.4598 | -         | -            | -            | ≤0,03                                   | 16,5 - 18,5 | 10,0 - 13,0 | 2,0 - 2,5 | ≤1,0  | ≤2,0      | ≤0,11       | S: 0,10 - 0,20;<br>Cu: 1,3 - 1,8          |
| X1CrNiMoCuN24-22-8   | 1.4652 | -         | -            | -            | ≤0,02                                   | 23,0 - 25,0 | 21,0 - 23,0 | 7,0 - 8,0 | ≤0,50 | 2,0 - 4,0 | 0,45 - 0,55 | Cu: 0,30 - 0,60                           |
| X1CrNiMoCuNW24-22-6  | 1.4659 | -         | -            | -            | ≤0,02                                   | 23,0 - 25,0 | 21,0 - 23,0 | 5,5 - 6,5 | ≤0,70 | 2,0 - 4,0 | 0,35 - 0,50 | Cu: 1,0 - 2,0;<br>W: 1,50 - 2,5           |

<sup>(1)</sup> S: ≤ 0,010-0,030; P: max. 0,045;

**Tablica 2**

Warunki obróbki cieplnej oraz wybrane własności mechaniczne austenitycznych stali nierdzewnych w stanie przesyconym

| EN 10088         |        | Temperatura przesycaenia, °C <sup>(1)</sup> | Umowna granica plastyczności w temp. 20°C, R <sub>p0,2</sub> MPa min. | Wytrzymałość na rozciąganie R <sub>m</sub> MPa | Wydłużenie po zerwaniu A% min. (wzdł.) | Moduł sprężystości w temp. |            | Energia łamania (ISO-V), J min. (wzdł.) |
|------------------|--------|---|---|--|--|----------------------------|------------|---|
| Znak stali       | Numer  |   |   |  |  | 20°C, GPa                  | 400°C, GPa |   |
| X5CrNi18-10      | 1.4301 | 1000 - 1100                                 | 190   | 500 - 700                                      | 45                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X4CrNi18-12      | 1.4303 | 1000 - 1100                                 | 190   | 500 - 700                                      | 45                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X8CrNiS18-9      | 1.4305 | 1000 - 1100                                 | 190   | 500 - 750                                      | 35                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNi19-11      | 1.4306 | 1000 - 1100                                 | 180   | 460 - 680                                      | 45                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNi18-9       | 1.4307 | 1000 - 1100                                 | 175   | 500 - 700                                      | 45                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X10CrNi18-8      | 1.4310 | 1000 - 1100                                 | 195   | 500 - 750                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiN18-10     | 1.4311 | 1000 - 1100                                 | 270   | 550 - 760                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X5CrNiN19-9      | 1.4315 | 1000 - 1100                                 | 270   | 550 - 750                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiN18-7      | 1.4318 | 1020 - 1100                                 | 350   | 650 - 830                                      | 45                                     | 200                        | 172        | 90                                      |
| X5CrNi17-7       | 1.4319 | 1000 - 1100                                 | 190   | 500 - 700                                      | 45                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X9CrNi18-9       | 1.4325 | 1000 - 1100                                 | 190   | 550 - 750                                      | 40                                     | 200                        | 172        | -                                       |
| X1CrNi25-21      | 1.4335 | 1030 - 1100                                 | 200   | 470 - 670                                      | 40                                     | 195                        | 166        | 100                                     |
| X1CrNiSi18-15-4  | 1.4361 | 1100 - 1160                                 | 210   | 530 - 730                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X11CrNiMnN19-8-6 | 1.4369 | 1000 - 1100                                 | 340   | 750 - 950                                      | 35                                     | 190                        | 165        | 100                                     |
| X2CrMnNiN17-7-5  | 1.4371 | 1000 - 1100                                 | 300   | 650 - 850                                      | 45                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X12CrMnNiN17-7-5 | 1.4372 | 1000 - 1100                                 | 230   | 750 - 950                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X12CrMnNiN18-9-5 | 1.4373 | 1000 - 1100                                 | 340   | 680 - 880                                      | 35                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X8CrMnNiN18-9-5  | 1.4374 | 1000 - 1100                                 | 350   | 700 - 900                                      | 35                                     | 199                        | 165        | -                                       |
| X5CrNiMo17-12-2  | 1.4401 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiMo17-12-2  | 1.4404 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiMoN17-11-2 | 1.4406 | 1020 - 1120                                 | 280   | 580 - 800                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiMoN17-13-3 | 1.4429 | 1020 - 1120                                 | 280   | 580 - 800                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiMo17-12-3  | 1.4432 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiMoN18-12-4 | 1.4434 | 1070 - 1150                                 | 290   | 570 - 770                                      | 35                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiMo18-14-3  | 1.4435 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X3CrNiMo17-13-3  | 1.4436 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |
| X2CrNiMo18-15-4  | 1.4438 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                        | 172        | 100                                     |

**Tablica 2**

Warunki obróbki cieplnej oraz wybrane własności mechaniczne austenitycznych stali nierdzewnych w stanie przesyconym (cd)

| EN 10088             |        | Temperatura przesycaenia, °C <sup>(1)</sup> | Umowna granica plastyczności w temp. 20°C, R <sub>p0,2</sub> MPa min. | Wytrzymałość na rozciąganie R <sub>m</sub> MPa | Wydłużenie po zerwaniu A% min. (wzdł.) | Moduł sprężystości w temp., GPa |       | Energia łamania (ISO-V), J min. (wzdł.) |
|----------------------|--------|---|---|--|--|---------------------------------|-------|---|
| Znak stali           | Numer  |   |   |  |  | 20°C                            | 400°C |   |
| X2CrNiMoN17-13-5     | 1.4439 | 1020 - 1120                                 | 280   | 580 - 800                                      | 35                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X1CrNiMoN25-22-2     | 1.4466 | 1070 - 1150                                 | 250   | 540 - 740                                      | 35                                     | 195                             | 166   | 100                                     |
| X1NiCrMoCuN25-20-7   | 1.4529 | 1120 - 1180                                 | 300   | 650 - 850                                      | 40                                     | 195                             | 166   | 100                                     |
| X1CrNiMoCuN25-25-5   | 1.4537 | 1120 - 1180                                 | 300   | 600 - 800                                      | 35                                     | 195                             | 166   | 100                                     |
| X1NiCrMoCu25-20-5    | 1.4539 | 1050 - 1150                                 | 230   | 530 - 730                                      | 35                                     | 195                             | 166   | 100                                     |
| X6CrNiTi18-10        | 1.4541 | 1020 - 1120                                 | 190   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X1CrNiMoCuN20-18-7   | 1.4547 | 1140 - 1200                                 | 300   | 650 - 850                                      | 35                                     | 195                             | 166   | 100                                     |
| X6CrNiNb18-10        | 1.4550 | 1020 - 1120                                 | 205   | 510 - 740                                      | 40                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X3CrNiCu19-9-2       | 1.4560 | 1000 - 1100                                 | 170   | 450 - 650                                      | 45                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X1NiCrMoCu31-27-4    | 1.4563 | 1050 - 1150                                 | 220   | 500 - 750                                      | 35                                     | 195                             | 166   | 100                                     |
| X2CrNiMnMoN25-18-6-5 | 1.4565 | 1120 - 1170                                 | 420   | 800 - 950                                      | 35                                     | 190                             | 165   | 100                                     |
| X3CrNiCu18-9-4       | 1.4567 | 1000 - 1100                                 | 175   | 450 - 650                                      | 45                                     | 200                             | 172   | -                                       |
| X6CrNiCuS18-9-2      | 1.4570 | 1000 - 1100                                 | 185   | 500 - 710                                      | 35                                     | 200                             | 172   | -                                       |
| X6CrNiMoTi17-12-2    | 1.4571 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X3CrNiCuMo17-11-3-2  | 1.4578 | 1000 - 1100                                 | 175   | 450 - 650                                      | 45                                     | 200                             | 172   | -                                       |
| X6CrNiMoNb17-12-2    | 1.4580 | 1020 - 1120                                 | 215   | 510 - 740                                      | 35                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X8CrMnCuNB17-8-3     | 1.4597 | 1000 - 1100                                 | 270   | 560 - 780                                      | 40                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X2CrNiMoCuS17-10-2   | 1.4598 | 1020 - 1120                                 | 200   | 500 - 700                                      | 40                                     | 200                             | 172   | 100                                     |
| X1CrNiMoCuN24-22-8   | 1.4652 | 1150 - 1200                                 | 430   | 750 - 1000                                     | 40                                     | 190                             | 164   | 100                                     |
| X1CrNiMoCuNW24-22-6  | 1.4659 | 1150 - 1200                                 | 420   | 800 - 1000                                     | 50                                     | 190                             | 166   | 90                                      |

<sup>(1)</sup> Chłodzenie: woda, powietrze - dostatecznie szybkie, aby uniknąć korozji międzykrystalicznej

**Tablica 3***Wybrane własności fizyczne austenitycznych stali nierdzewnych*

| EN 10088         |        | Średni współczynnik rozszerzalności cieplnej<br>w temperaturze między, $10^{-6} \times K^{-1}$ |              | Przewodność cieplna<br>w temp. 20°C,<br>W/m x K | Jednostkowa<br>pojemność cieplna<br>w temp. 20°C,<br>J/kg x K | Elektryczny opór<br>właściwy w temp.<br>20°C, $\Omega \times mm^2/m$ | Gęstość w temp.<br>20°C,<br>kg/cm <sup>3</sup> |
|------------------|--------|--|--------------|---|---|--|--|
| Znak stali       | Numer  | 20°C - 200°C   | 20°C - 400°C |   |   |  |  |
| X5CrNi18-10      | 1.4301 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X4CrNi18-12      | 1.4303 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X8CrNiS18-9      | 1.4305 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X2CrNi19-11      | 1.4306 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X2CrNi18-9       | 1.4307 | 16,5   | 18,0         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X10CrNi18-8      | 1.4310 | 17,0   | 18,0         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X2CrNiN18-10     | 1.4311 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X5CrNiN19-9      | 1.4315 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X2CrNiN18-7      | 1.4318 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X5CrNi17-7       | 1.4319 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X9CrNi18-9       | 1.4325 | 17,0   | 18,0         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X1CrNi25-21      | 1.4335 | 16,1   | 16,9         | 14,0  | 450   | 0,85   | 7,9  |
| X1CrNiSi18-15-4  | 1.4361 | -  | -            | 14,0  | -   | -  | 7,7  |
| X11CrNiMnN19-8-6 | 1.4369 | 17,0   | 18,5         | 15,0  | 500   | 0,70   | 7,9  |
| X2CrMnNiN17-7-5  | 1.4371 | 17,5   | 18,5         | 15,0  | 500   | 0,70   | 7,8  |
| X12CrMnNiN17-7-5 | 1.4372 | -  | -            | 15,0  | -   | 0,70   | 7,8  |
| X12CrMnNiN18-9-5 | 1.4373 | -  | -            | 15,0  | -   | 0,70   | 7,8  |
| X8CrMnNiN18-9-5  | 1.4374 | 17,3   | 18,4         | 12,0  | 500   | 0,73   | 7,8  |
| X5CrNiMo17-12-2  | 1.4401 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X2CrNiMo17-12-2  | 1.4404 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X2CrNiMoN17-11-2 | 1.4406 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X2CrNiMoN17-13-3 | 1.4429 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X2CrNiMo17-12-3  | 1.4432 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X2CrNiMoN18-12-4 | 1.4434 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X2CrNiMo18-14-3  | 1.4435 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X3CrNiMo17-13-3  | 1.4436 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X2CrNiMo18-15-4  | 1.4438 | 16,5   | 17,5         | 14,0  | 500   | 0,85   | 8,0  |

**Tablica 3**

Wybrane własności fizyczne austenitycznych stali nierdzewnych (cd)

| EN 10088              |        | Średni współczynnik rozszerzalności cieplnej<br>w temperaturze między, $10^{-6} \times K^{-1}$ |              | Przewodność cieplna<br>w temp. 20°C,<br>W/m x K | Jednostkowa<br>pojemność cieplna<br>w temp. 20°C,<br>J/kg x K | Elektryczny opór<br>właściwy w temp.<br>20°C, $\Omega \times mm^2/m$ | Gęstość w temp.<br>20°C,<br>kg/cm <sup>3</sup> |
|-----------------------|--------|--|--------------|---|---|--|--|
| Znak stali            | Numer  | 20°C - 200°C   | 20°C - 400°C |   |   |  |  |
| X2CrNiMoN17-13-5      | 1.4439 | 16,5   | 17,5         | 14,0  | 500   | 0,85   | 8,0  |
| X1CrNiMoN25-22-2      | 1.4466 | -  | -            | 14,0  | 500   | 0,80   | 8,0  |
| X1NiCrMoCuN25-20-7    | 1.4529 | 16,1   | 16,9         | 12,0  | 450   | 1,00   | 8,1  |
| X1CrNiMoCuN25-25-5    | 1.4537 | -  | -            | 14,0  | 500   | 0,85   | 8,1  |
| X1NiCrMoCu25-20-5     | 1.4539 | 16,1   | 16,9         | 12,0  | 450   | 1,00   | 8,0  |
| X6CrNiTi18-10         | 1.4541 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X1CrNiMoCuN20-18-7    | 1.4547 | 17,0   | 18,0         | 14,0  | 500   | 0,85   | 8,0  |
| X6CrNiNb18-10         | 1.4550 | 16,5   | -            | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,9  |
| X3CrNiCu19-9-2        | 1.4560 | -  | -            | -   | -   | -  | 7,9  |
| X1NiCrMoCu31-27-4     | 1.4563 | 16,1   | 16,9         | 12,0  | 450   | 1,00   | 8,0  |
| X2CrNiMnMoN25-18-6-5  | 1.4565 | 15,5   | 16,8         | 12,0  | 450   | 0,92   | 8,0  |
| X3CrNiCu18-9-4        | 1.4567 | 17,2   | 18,1         | -   | -   | -  | 7,9  |
| X6CrNiCuS18-9-2       | 1.4570 | -  | -            | -   | -   | -  | 7,9  |
| X6CrNiMoTi17-12-2     | 1.4571 | 17,5   | 18,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X3CrNiCuMo17-11-3-2   | 1.4578 | -  | -            | -   | -   | -  | 8,0  |
| X6CrNiMoNb17-12-2     | 1.4580 | 17,5   | 18,5         | 15,0  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X8CrMnCuNB17-8-3      | 1.4597 | 16,5   | 17,5         | 15,0  | 500   | 0,73   | 7,8  |
| X2CrNiMoCuS17-10-2    | 1.4598 | 17,3   | 18,1         | 14,5  | 500   | 0,75   | 8,0  |
| X1CrNiMoCuN24-22-8    | 1.4652 | 15,4   | 16,2         | 8,6   | 500   | 0,78   | 8,0  |
| X1CrNiMoCuNW24-22-6   | 1.4659 | 15,5   | 16,3         | 12,0  | 450   | 1,00   | 8,2  |
| Stale niemagnesowalne |        |  |              |   |   |  |  |