

# MATERIAŁY I ICH WŁAŚCIWOSCI

A. Zagórski (WIM PW) M. Zdankiewicz (UDT)

## 1. WPROWADZENIE

1.1. Tematem niniejszego referatu są postanowienia dotyczące materiałów stosowanych do wytwarzania urządzeń ciśnieniowych objętych dyrektywami: 87/404/WE [1] i 97/23/WE [2].

Dyrektywa 97/23/WE obejmuje prawie wszystkie rodzaje urządzeń ciśnieniowych o ciśnieniu powyżej 0,5 bara dla zastosowań konwencjonalnych: stałe i przenośne zbiorniki ciśnieniowe, kotły parowe i wodne oraz rurociągi przemysłowe, z określonymi wykluczeniami, takimi jak urządzenia dla energetyki jądrowej czy rurociągi przesyłowe. Jedną z grup urządzeń nie objętych dyrektywą 97/23/WE są tzw. proste zbiorniki ciśnieniowe, objęte pierwszą dyrektywą 87/404/WE, która jest już od dawna stosowana w krajach Unii Europejskiej.

Dyrektywa 97/23/WE weszła w życie w krajach członkowskich Unii dnia 29 listopada, 1999r. do stosowania w tzw. okresie przejściowym, z alternatywną możliwością stosowania dotychczasowych przepisów krajowych do dnia 29 maja 2002r., po którym to terminie jej wymagania staną się obowiązujące.

Każde z zasadniczych wymagań dwóch wspomnianych dyrektyw zawierają podrozdział dotyczący materiałów. Wytwarzający urządzenia powinien udowodnić, że wymagania te zostały spełnione w przypadku jego produktu. W tym celu może on, choć nie musi, stosować normy zharmonizowane z dyrektywą lub inne dokumenty, których stosowanie zapewnia domniemanie zgodności z dyrektywą lub też udowodnić spełnienie wymagań dyrektywy innymi sposobami.

Normy, które są (mają być) zharmonizowane ze wspomnianymi dyrektywami w zakresie wyrobów i materiałów stanowią wynik pracy specjalistów z różnych krajów, którzy osiągnęli porozumienie dotyczące konkretnych wymagań technicznych dla poszczególnych materiałów i urządzeń. Normy nie są obligatoryjne, niemniej ich stosowanie może niewątpliwie stanowić łatwiejszą drogę udokumentowania zgodności z dyrektywami.

W związku z powyższym niniejszy przegląd wymagań i postanowień dotyczących materiałów na urządzenia ciśnieniowe wg wspomnianych dyrektyw będzie się opierać wyłącznie o istniejące i dostępne normy europejskie lub ich projekty.

Z uwagi na obszerność zagadnienia konieczne będzie poczynienie następujących założeń:

- a) Dyrektywa 97/23/WE obejmuje, teoretycznie, urządzenia ciśnieniowe wykonane ze wszystkich metali jak i niemetali, niemniej – jak dotąd – istniejące normy (projekty norm) wyrobu i normy materiałowe dotyczą głównie stali. W związku z tym niniejsze opracowanie będzie również dotyczyć przede wszystkim stali.
- b) Dyrektywa 87/404/WE dotyczy określonej grupy prostych zbiorników ciśnieniowych. Jej wymagania zostały już przełożone w kraju na normę wyrobu [3] i na normy materiałowe na główne elementy ciśnieniowe [4], [5], [6]. Dalsze więc prezentowanie wymagań dotyczących stali będzie oparte tylko o Dyrektywę 97/23/WE.

Dla przypomnienia, na początku omówienia przedstawiono skrótowo obowiązujące obecnie wymagania w zakresie materiałów na urządzenia ciśnieniowe podlegające dozorowi technicznemu.

W podsumowaniu dokonano krótkiego porównania krajowych obecnych i nowych wymagań materiałowych z podaniem konsekwencji dla projektantów, wytwórców materiałów i wytwórców urządzeń.

Wspomnieć wreszcie należy, że dyrektywy, o których mowa nie dotyczą wszystkich urządzeń ciśnieniowych podlegających dozorowi technicznemu oraz że ich postanowienia dotyczą jedynie fazy projektowania i wytwarzania urządzeń, z wyłączeniem ich eksploatacji. Dlatego też wnioski z tej prezentacji mogą, ale nie muszą dotyczyć wszystkich urządzeń poddozorowych i wszystkich faz wykonywania dozoru technicznego.

## **2. ZESTAWIENIE OBOWIĄZUJĄCYCH WYMAGAŃ DOTYCZĄCYCH MATERIAŁÓW NA URZĄDZENIA CIŚNIENIOWE WG OBECNIE OBOWIĄZUJĄCYCH DOKUMENTÓW PRAWNYCH I WARUNKÓW TECHNICZNYCH**

- 2.1. Gatunki materiałów i rodzaje wyrobów hutniczych wg określonych norm, stosowane w budowie/ naprawie/ modernizacji urządzeń ciśnieniowych są określone w Warunkach Technicznych Dozoru Technicznego DT-UT-90/WO-M [7]. Wymagania specjalne, dotyczące określonych grup urządzeń są podawane w warunkach technicznych dozoru technicznego na te urządzenia.
- 2.2. Materiały powinny odpowiadać normom wymienionym w w/w przepisach oraz spełniać określone wymagania dodatkowe podane w:
  - a) warunkach technicznych DT-UT-90/WO-M,
  - b) branżowych warunkach technicznych na poszczególne rodzaje urządzeń technicznych.
- 2.3. Materiały nie ujęte w w/w warunkach technicznych mogą być wprowadzane do stosowania na podstawie specjalnego uzgodnionego z organami dozoru technicznego programu badań realizowanego na podstawie Warunków Technicznych DT-UT-90/WO-M. W zależności od zakresu posiadanych informacji o materiale program badań może być odpowiednio różnicowany. Materiały zagraniczne są importowane wg warunków technicznych uzgodnionych z Urzędem Dozoru Technicznego przeważnie w oparciu o znane normy zagraniczne (DIN, ASME/ ASTM).
- 2.4. Producenci materiałów, zarówno krajowi jak i zagraniczni powinni posiadać uprawnienie nadane przez Urząd Dozoru Technicznego.
- 2.5. W przypadku materiałów na elementy ciśnieniowe dostarczanych przez wytwórców uprawnionych przez Urząd Dozoru Technicznego wystarczające jest świadectwo odbioru 3.1.B. wg PN EN 10204+A1 [8].

## **3. ZASADNICZE WYMAGANIA BEZPIECZEŃSTWA DYREKTYWY 97/23/WE**

Zasadnicze wymagania bezpieczeństwa stanowią zespół postanowień, których spełnienie stanowi warunek konieczny dla naniesienia znaku CE na urządzenie objęte dyrektywą. Zasadnicze wymagania bezpieczeństwa dyrektywy 97/23/WE w odniesieniu do materiałów są podane w Tablicy 1.

Tablica 1. Zasadnicze wymagania bezpieczeństwa Dyrektywy 97/23/WE w odniesieniu do materiałów

| Punkt (rozdział) Dyrektywy                         | Zagadnienie  |
|--|--|
| Załącznik 1., p. 4.1.<br>Załącznik 1., p. 4.1. (a) | Materiały przeznaczone na elementy ciśnieniowe muszą:<br>- posiadać odpowiednie właściwości dla wszystkich, racjonalnie przewidywanych warunków eksploatacji oraz wszystkich warunków przeprowadzania badań.<br>W szczególności materiały powinny być odpowiednio ciągliwe i odporne na obciążenia udarowe. Szczególną uwagę należy zwracać przy doborze materiałów na konstrukcje odporne na kruche pękanie. Jeśli – z uwagi na specyficzne wymagania – zachodzi konieczność zastosowania kruchych materiałów, należy przedsięwziąć odpowiednie środki ostrożności (patrz Załącznik 1., p. 7.5.).   |
| Załącznik 1., p. 4.1. (b)                          | - wykazywać odpowiednią odporność chemiczną na działanie medium roboczego; właściwości chemiczne i fizyczne materiału nie mogą ulec znacznemu pogorszeniu w projektowanym okresie trwałości eksploatacyjnej.   |
| Załącznik 1., p. 4.1. (c)                          | - wykazywać odporność na starzenie.  |
| Załącznik 1., p. 4.1. (d)                          | - nadawać się dla zamierzonych procesów technologicznych.  |
| Załącznik 1., p. 4.2. (a)                          | Wytwórca urządzeń ciśnieniowych powinien w właściwy sposób określić wartości konieczne dla obliczeń wytrzymałościowych (powołane w p. 2.2.3. Załącznika) a także podstawowe właściwości materiałów i stan ich dostawy (wg p. 4.1. jw.).  |
| Załącznik 1., p. 4.2. (b)                          | W swej dokumentacji technicznej wytwórca powinien przywołać dokumenty odnoszące się do zgodności z wymaganiami materiałowymi Dyrektywy udowadniające stosowanie materiałów zgodnych z:<br>- normami zharmonizowanymi,<br>- Europejskimi Uznaniami Materiałowymi,<br>- jednorazowymi zatwierdzeniami.   |
| Załącznik 1., p. 4.3.                              | Wytwórca urządzeń powinien podejmować odpowiednie działania dla zapewnienia, że zastosowany materiał jest zgodny z wymaganiami warunków technicznych.<br>Wszystkie materiały muszą być dostarczone z dokumentami wystawionymi przez wytwórcę materiału potwierdzającymi zgodność materiału z wymaganiami warunków technicznych.<br>Dla głównych elementów ciśnieniowych urządzeń kategorii zagrożenia $\geq$ II, świadectwa badań muszą się odnosić do konkretnych partii materiału.<br>Świadectwa badań wystawione przez wytwórców, którzy mają system zapewnienia jakości certyfikowany przez jednostkę notyfikowaną na terenie Unii, i tych którzy zostali poddani ocenie w zakresie wytwarzania konkretnych materiałów, należy uznawać za poświadczające zgodność z podstawowymi wymaganiami technicznymi Dyrektywy. |
| Załącznik 1., p. 7.5.                              | Przy braku ustanowienia innych obowiązujących kryteriów stal uważa się za wystarczająco ciągliwą (w rozumieniu p. 4.1. (a) Załącznika Nr 1) jeśli wydłużenie względne określone w znormalizowany sposób wynosi co najmniej 14%, zaś praca łamania próbki ISO V wynosi co najmniej 27 J w temperaturze nie wyższej od najniższej projektowej temperatury roboczej, ale nie wyższej niż 20° C.   |

#### **4. PRZEŁOŻENIE ZASADNICZYCH WYMAGAŃ DYREKTYWY NA INNE DOKUMENTY (STOSOWANIE NORM)**

##### **4.1. Normy wyrobu**

Przełożenie zasadniczych wymagań dyrektywy rozpoczyna się zasadniczo od normy wyrobu. W przypadku Dyrektywy 97/23/WE przewiduje się wydanie kilkunastu norm wyrobu dla urządzeń zarówno z metali jak i niemetali. Dla urządzeń ciśnieniowych wykonywanych ze stali, staliwa i żeliwa ciągliwego istnieje 11 projektów norm wyrobu. Oddzielne projekty opracowano na kotły wodnorurowe [9], kotły płomienicowo-płomieniówkowe [10] i rurociągi przemysłowe [11]. Dla nieogrzewanych płomieniem zbiorników ciśnieniowych opracowano projekt prEN 13445 [12] ale równocześnie opracowano oddzielne projekty norm na specyficzne grupy zbiorników takie jak zbiorniki kriogeniczne [13], zbiorniki do magazynowania gazów płynnych [14] czy hydroakumulatory [15].

**4.2.** Każda z takich norm zawiera zawsze, w zależności od swej objętości, albo oddzielny arkusz, albo rozdział albo co najmniej punkt dotyczący materiałów, w którym określa się:

- wykaz gatunków materiałów i ich postaci (wraz z odpowiednimi normami), które można stosować do wytwarzania konkretnych urządzeń ciśnieniowych,
- ogólne wymagania techniczne, które należy stosować w odniesieniu do materiałów,
- specjalne postanowienia i/ lub wymagania, które należy stosować w odniesieniu do materiałów na konkretne urządzenia ciśnieniowe.

**4.3.** Oprócz tego normy wyrobu mogą zawierać specyficzne wymagania i postanowienia odnoszące się do materiałów na konkretne zastosowania. Poniżej podano przykładowo kilka tego rodzaju specyficznych wymagań i postanowień.

##### **4.3.1. Kotły wodnorurowe**

Podane są wymagania dotyczące:

- a) metod i kryteriów akceptacji wyników badań ultradźwiękowych wyrobów hutniczych takich jak blachy, rury b/ szwu, rury ze szwem, odkuwki, pręty i odlewy,
- b) rur kompozytowych dla kotłów odzysknicowych pracujących w przemyśle chemicznym,
- c) oceny możliwości technicznych wytwórców materiałów podstawowych i spawalniczych.

W normie zawarte jest również stwierdzenie, że wymagania dyrektywy odnośnie do odporności materiału na starzenie lub wpływy chemiczne będzie spełnione przy zachowaniu wymaganej jakości wody zasilającej i kotłowej wg prEN 12952-12:1998 (16).

##### **4.3.2. Stałe, nieogrzewane płomieniem zbiorniki ciśnieniowe**

Podane są wymagania dotyczące:

- a) metod zapobiegania kruchemu pękaniu w niskich temperaturach metali w postaci blach, rur, odkuwek, kołnierzy, korpusów armatury i złączy spawanych (w materiale podstawowym, strefie wpływu ciepła i spoinie).

Podano trzy takie metody obejmujące:

- a) wymagania techniczne opracowane w oparciu o doświadczenia eksploatacyjne, odnoszące się do wszystkich stali ale ograniczone do takich grubości na jakich to doświadczenie zdobywano (do 60 mm),
- b) wymagania techniczne opracowane w oparciu o zasady mechaniki pęknięcia w połączeniu z doświadczeniem eksploatacyjnym ograniczone jednak do stali węglowych i niskostopowych o granicy plastyczności nie przekraczającej  $460\text{N/mm}^2$ ,
- c) zastosowanie analizy w oparciu o mechanikę pęknięcia w odniesieniu do przypadków innych niż powyższe dwa,
- d) tymczasowe wymagania techniczne dla wyrobów platerowanych.

#### 4.3.3. Zbiorniki kriogeniczne z izolacją próżniową

- a) Wykaz norm na dopuszczone do stosowania stale zawiera, oprócz norm europejskich również i normy DIN na rury oraz warunki techniczne ASME/ ASTM. Wykaz ten podany jest w obowiązującym załączniku do normy. Oprócz tego, w załączniku informacyjnym podano szereg materiałów amerykańskich i niektóre materiały francuskie, które będą mogły być stosowane pod warunkiem opracowania dla nich Europejskich Uznań Materiałowych.
- b) Przedstawiono, w załączniku informacyjnym zasady i metodę tzw. przepiężania zbiorników wykonanych z określonych gatunków stali austenicznych w celu zwiększenia wytrzymałości ścianki, którą to wartość można stosować w obliczeniach wytrzymałościowych uzyskując w wyniku cieńszą ściankę. Wykorzystano tu występujące w stalach austenicznych zjawisko umocnienia odkształceniowego jako środka do podwyższania umownej granicy plastyczności. Metoda stosowana jest dla austenicznych nierdzewnych stali w stanie przesyconym wykazujących wydłużenie po zerwaniu  $\geq 35\%$ . Obecnie grubość ścianki jest ograniczona do 30mm. Możliwości podwyższenia granicy plastyczności przedstawia Tablica 2.

Tablica 2. Możliwości podwyższania granicy plastyczności w drodze przepiężania zbiornika.

| Gatunek stali | Nr stali | Materiał w stanie dostawy              |  | Materiał po przepiężeniu               |
|---------------|----------|--|--|--|
|               |          | $R_{0,2}$<br>N/mm <sup>2</sup><br>min. | $R_{1,0}$<br>N/mm <sup>2</sup><br>min. | $\sigma_k$<br>N/mm <sup>2</sup><br>max |
| X5CrNi18-10   | 1.4301   | 210                                    | 250                                    | 410                                    |
| X2CrNi19-11   | 1.4306   | 200                                    | 240                                    | 400                                    |
| X2CrNiN18-10  | 1.4311   | 270                                    | 310                                    | 470                                    |
| X6CrNiTi18-10 | 1.4541   | 200                                    | 240                                    | 400                                    |
| X6CrNiNb18-10 | 1.4550   | 200                                    | 240                                    | 400                                    |
| X5CrNiN19-09  | 1.4315   | 270                                    | 310                                    | 470                                    |

- c) Wymaga się aby materiały na zbiorniki kriogeniczne spełniały wymagania odnośnie do uduchałości określone w normie EN 1252-1 i -2 [17].

- d) Przedstawiono możliwości wykorzystania do obliczeń wytrzymałościowych rzeczywiście uzyskiwanych a nie minimalnych własności wytrzymałościowych materiału.

#### 4.4. Zharmonizowane normy wspierające

Są to normy, których zastosowanie zapewnia domniemanie zgodności co najmniej z jednym z wymagań dyrektywy. Dotyczą konkretnych materiałów, ale również ogólnych spraw związanych z materiałami na urządzenia ciśnieniowe. Normy te są powoływane w normach wyrobu.

##### 4.4.1 Normy ogólne

Dla urządzeń ciśnieniowych jest to głównie wieloarkuszowa norma prEN 764 [18] a w szczególności jej arkusze – 4 [19] i -5 [20].

W normach tych ustanowiono wymagania dotyczące opracowywania warunków technicznych na dostawę w zgodności z wymaganiami oraz sposobów poświadczania tej zgodności.

W szczególności ustalono postanowienia dotyczące podanych niżej zagadnień:

- a) Podstawowe postanowienia i wymagania warunków technicznych na dostawy materiałów.
- b) Zalecane programy badań nowych gatunków stali.
- c) Procedury oceny możliwości wytwórców materiałów w odniesieniu do wytwarzania i badań określonych materiałów zgodnie z wymaganiami (patrz pkt 5).
- d) Metody i formy opracowywania Europejskich Uznań Materiałowych oraz związanych z nimi Arkuszy Danych Materiałowych.
- e) Wymagania dotyczące dokumentów kontroli.

#### 4.5. Normy materiałowe

##### 4.5.1 Materiały podstawowe

Dla usystematyzowania norm na materiały podstawowe przyjęto ogólny układ: „postać wyrobu – grupa stali”. Numer normy nadawany jest wg rodzaju wyrobów, zaś kolejne arkusze (części) danej normy odnoszą się do poszczególnych grup stali.

W normach wyrobu są powoływane konkretne gatunki stali wg odpowiednich norm materiałowych.

Należy zwrócić uwagę, że wszystkie te stale są sklasyfikowane wg PN-EN 10027-1 [4] jako stale na zastosowania ciśnieniowe. W normach wyrobu na urządzenia ciśnieniowe nie przywołano stali konstrukcyjnych wg EN 10025 [22], chociaż w dotychczasowej praktyce zarówno krajowej jak i zagranicznej stale takie stosowano do budowy nieogrzewanych płomieniem zbiorników ciśnieniowych (np. PN-88/ H-84020 [23] czy DIN 17100 [24]).

Normy były uzgadniane przez kraje członkowskie w Unii Europejskiej. Dla jednych krajów będą to materiały własne stosowane ze zmienionym oznakowaniem, dla innych krajów mogą to być jednakże materiały dotychczas niestosowane.

Zestawienie materiałów przeznaczonych do wytwarzania głównych elementów urządzeń ciśnieniowych podano w Tablicy 3.

Jak mają się materiały wg wspomnianych norm europejskich do podobnych materiałów stosowanych dotychczas w kraju?

Przykładowo w tablicach 4 i 5 zestawiono gatunki blach do pracy w podwyższonych temperaturach wg PN-81/H-92123 [25] i PN-EN 10028-2 [5] oraz rur, również do pracy w podwyższonych temperaturach, wg PN-H 74252 [26]: 1998 oraz prEN 10216-2 [27].

Normy na blachy obejmują wspólnie 17 gatunków stali, z czego po 6 gatunków jest zbliżonych do siebie a pozostałe są specyficzne dla poszczególnych norm.

Normy na rury kotłowe obejmują łącznie 24 gatunki stali, z czego po 7 jest zbliżonych do siebie a pozostałe są specyficzne tylko dla prEN.

Z wymienionych powyżej gatunków stali dokonano porównania własności wytrzymałościowych w podwyższonych temperaturach dla dwóch stali węglowych i dwóch niskostopowych. Graficzną prezentację porównań pokazano na rys. 1 i 2. Podobne porównanie przeprowadzono dla jednego gatunku stali odpornej na korozję wg PN-85/H-74242 [28] i prEN 10216-5:1998 [29] co pokazano na rys. 3.

Wyniki porównań są jednoznaczne: stale wg (pr)EN nie mogą być stosowane automatycznie jako zamienniki zbliżonych gatunków krajowych.

Wspomnieć również należy, że w normach europejskich wymagania dotyczące badania udarności są oparte wyłącznie na próbach Charpy V zaś badania dla stali węglowych, np. wg PN-EN 10028-2, przeprowadza się w temperaturze 0° C.

Nowością jest podawanie w normach na niektóre gatunki stali austenitycznych wartości wytrzymałości na rozciąganie w temperaturach podwyższonych. Wynika to z wymagania Dyrektywy 97/23/WE dotyczącego określania naprężeń dopuszczalnych dla wyrobów z takich stali.

#### 4.6. Normy pomocnicze

Normy pomocnicze nie spełniają zasadniczych wymagań Dyrektywy. Są to w tym przypadku normy porządkujące i klasyfikujące definicje i oznaczenia związane ze stalą i wyrobami ze stali.

Najważniejsze z nich wymieniono poniżej:

- 4.6.1 PN-EN 10020:1996 [30]. Definicje i klasyfikacja gatunków stali. Zawiera w szczególności klasyfikację wg składu chemicznego oraz ustalenia głównych klas jakościowych. Obecnie w rewizji: RPr PN-EN 10020:2000.
- 4.6.2 PN-EN 10027-1:1994 [2]. Określa europejski system oznaczania stali obejmujący znaki i oznaczenia cyfrowe składające się z symboli głównych (wg zastosowań, własności mechanicznych lub fizycznych, bądź wg składu chemicznego) i symboli dodatkowych (np. przydatności do pracy w niskich lub wysokich temperaturach).
- 4.6.3 PN-EN 10027-2:1994 [31]. Określa europejski system oznaczania stali obejmujący znaki i oznaczenia cyfrowe stali. Ustalono zasady budowy numerów stali (pięć cyfr) oraz organizacji ich rejestrowania i rozpowszechniania.
- 4.6.4 PN-EN 10079:1996 [32]. Określa terminologię stalowych wyrobów hutniczych z uwzględnieniem:
  - ich kształtu i wymiarów,
  - ich wyglądu i stanu powierzchni,

obejmując: stal ciekłą, wlewki i półwyroby, wyroby płaskie (np. blachy, taśmy), wyroby długie (np. pręty, rury, kształtowniki) oraz inne wyroby (odkuwki, odlewy, spieki, itp.).

- 4.6.5 PN-EN 10021:1997 [33]. Określa ogólne warunki dostawy wszystkich wyrobów stalowych objętych normą PN-EN 10079, z wyjątkiem staliwa i spieków. Opisano ogólne zasady kontroli i badań.
- 4.6.6 PN-EN 10052:1999 [34]. Podaje ujednoczone określenia stanu obróbki cieplnej stopów żelaza, stosowanych w normach materiałowych.
- 4.6.7 PN-EN 10204+A1:1997 [8]. Określa rodzaje dokumentów kontroli dostarczanych wraz z wyrobami metalowymi.

#### 4.7. Spoiwa do spawania stali

Dotychczas stosowane krajowe normy na spoiwa do spawania stali obejmowały kilka Norm Polskich obejmujących elektrody i druty do spawania stali węglowych, niskostopowych i wysokostopowych oraz specjalnie wydzieloną normę dotyczącą elektrod do spawania stali przeznaczonych do pracy w podwyższonych temperaturach. Normy europejskie obejmujące spoiwa do spawania stali są szerzej rozbudowane i opracowywane oddzielnie dla poszczególnych grup stali a niejednokrotnie – w ramach danej grupy – dla różnych metod spawania. Układ tych norm, dostępnych w wielu przypadkach również jako PN-EN podano w Tablicy 6.

Tablica 6. System tworzenia EN na spoiwa

| Rodzaj spoiwa              | Stale:                       |                          |                          |                |
|----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
|                            | Niestopowe i drobnoziarniste | O wysokiej wytrzymałości | Nierdzewne i żaroodporne | Żarowytrzymałe |
| Elektrody otulone          | 1                            | 1                        | 1                        | 1              |
| Druty i pręty lite. Taśmy. | 3                            | 1                        | 1                        | 1              |
| Druty proszkowe            | 1                            | 2                        | 1                        | 1              |

Oprócz tego są opracowane normy europejskie i projekty na spoiwa do spawania niklu, miedzi, aluminium, tytanu i ich stopów.

#### 4.8. Inne dokumenty materiałowe

W przypadku braku materiałowych norm europejskich zharmonizowanych z dyrektywą, zgodność z tą ostatnią można jeszcze zachować poprzez stosowanie materiałów zgodnych z:

- a) Europejskim Uznaniem Materiałowym, lub
- b) Jednorazową oceną.

Europejskie Uznanie Materiałowe (European Approval for Material, skrót: EAM) są to warunki techniczne na materiały nie ujęte w normach europejskich a przeznaczone do powtarzalnego stosowania w budowie urządzeń ciśnieniowych.

Dla materiałów objętych Europejskimi uznaniem opracowywane są Europejskie Arkusze Danych Materiałowych (European Material Data Sheet, skrót: EMDS). Przykładem



zastosowania EAM mogą być materiały amerykańskie wg wymagań ASME/ ASTM, stosowane często w Europie.

Europejskie Uznanie Materiałowe są publikowane w Dzienniku Urzędowym Wspólnot Europejskich.

Opracowanie i ustanawianie EAM odbywa się pod nadzorem Jednostki Notyfikowanej.

Jednorazowa ocena materiału dotyczy materiałów, które albo nie są jeszcze ujęte w EN lub EAM lub są tam ujęte ale do jakiegoś konkretnego zastosowania konieczne jest przekroczenie wielkości lub parametrów podanych w w/w dokumentach (np. grubość, ciśnienie, temperatura). Jednorazowej oceny dokonuje się w fazie weryfikacji projektu, po przeprowadzeniu odpowiedniej analizy bezpieczeństwa. Ocena taka jest włączona w zestaw dokumentacji projektowej.

## **5. WYMAGANIA DOTYCZĄCE WYTWARZAJĄCYCH MATERIAŁY**

### **5.1. Wytwórcy materiałów podstawowych.**

Zaleca się aby wytwórca materiałów posiadał system zapewnienia jakości wg normy ISO 9001 lub ISO 9002 \*.

System ten powinien być zweryfikowany i zatwierdzony przez jednostkę notyfikowaną pod względem możliwości wytwarzania materiałów spełniających zasadnicze wymagania dyrektywy 97/23/WE. W skład zespołu audytującego powinna wchodzić co najmniej jedna osoba posiadająca doświadczenie w ocenie wytwarzania konkretnych materiałów.

Wytyczne dla wspomnianej weryfikacji systemu jakości podano w EN 764 -5. Główny nacisk położono na:

- sprzęt do wytwarzania i udokumentowanie technologii każdego etapu wytwarzania począwszy – w zależności od przypadku - od wytapiania, przetapiania i rafinacji stali aż do metod transportu bliskiego gotowych wyrobów,
- procesy specjalne - w tym przypadku zgrzewanie i spawanie rur – egzaminowanie operatorów i uznawanie technologii spajania wg odpowiednich norm europejskich,
- badania nieniszczące rur, wykonywane przez odpowiednio wykwalifikowanych operatorów [wg EN 473 [35] lub EN 10256 [36]].

Bardziej rozbudowane wytyczne dla przeprowadzania wspomnianej weryfikacji można znaleźć w wytycznych CEOC [Europejskiej Konfederacji Organizacji Techniczno-Kontrolnych] R97/CEOC/CP96 [37].

Zaleca się tam m.in. aby wytwarzający materiały rozpoczynali działania korygujące jeśli ilość odrzuconej produkcji przekracza 2,5%.

Zatwierdzony system zarządzania jakością jest reaudytowany co najmniej raz w roku: rodzaj i częstość auditów powinny umożliwiać kontrolę całego systemu raz na trzy lata.

Niezależnie od postanowień dotyczących systemu zapewnienia jakości powinny zostać praktycznie sprawdzone możliwości wytwarzającego w zakresie wykonania materiałów o wymaganych własnościach. W tym celu materiały podzielono na materiały uznane, tj. takie, które są ujęte w Normach Europejskich lub w Europejskich Uznaniach Materiałowych, natomiast materiał nowy jest to materiał inny niż uznany. W połączeniu z wytwarzającym utworzono trzy kombinacje:

- materiał uznany, produkowany już uprzednio przez danego wytwórcę,

---

\* Zalecenie ustanowione przed wprowadzeniem ISO 9001:2000.

- materiał uznany, nie produkowany uprzednio przez danego wytwórcę,
- materiał nowy, produkowany po raz pierwszy przez danego wytwórcę.

W zależności od sytuacji odpowiednio różnicuje się programy a w szczególności zakresy badań.

Dla przeprowadzania oceny materiałów na urządzenia ciśnieniowe zostały opracowane wytyczne Europejskiej Konfederacji Organizacji Techniczno-Kontrolnych (CEOC) [38] obejmujące sześć części dotyczących:

- rur, blach, taśm, odkuwek i prętów walcowanych ze stali ferrytyczno-perlitycznych,
- rur, blach, taśm, odkuwek i prętów walcowanych ze stali austenitycznych, austenityczno-ferrytycznych oraz niklu i jego stopów,
- rur, blach, taśm, odkuwek i prętów walcowanych z aluminium i jego stopów,
- rur, blach, taśm, odkuwek i prętów walcowanych z miedzi i jej stopów,
- blach i taśm ze stali obrabianych termomechanicznie,
- odlewów staliwnych.

Wymagania dotyczące stali zostały ujęte we wspomnianej już EN 764-5.

Każdy z omawianych programów obejmuje zarówno badania materiału podstawowego w stanie dostawy jak również jego przydatność do przeróbki plastycznej na zimno i na gorąco oraz własności wykonywanych z niego złączy spawanych.

## **5.2. Wytwórcy spoiw**

Wymagania dotyczące wytwórców spoiw są zawarte w dwóch normach europejskich.

W EN 12074 [39] zawarto wymagania dotyczące nie tylko wytwórców, ale również dostawców i dystrybutorów spoiw. Główny nacisk kładzie się na posiadanie systemu zapewnienia jakości odpowiednio dostosowanego do rodzaju działalności.

Możliwości wytwórców w zakresie wytwarzania określonych spoiw sprawdza się w oparciu o prEN 13479 [40] określającą zasadnicze oraz dodatkowe metody badań, służące do oceny zgodności spoiw z określonymi specyfikacjami technicznymi.

## 6. DOKUMENTY KONTROLI

Rodzaje dokumentów kontroli wymaganych na urządzenia ciśnieniowe objęte dyrektywą 97/23/WE podano w Tablicy 7.

Tablica 7. Stosowanie różnych dokumentów kontroli

| L.p. | Rodzaj materiału i elementu .<br>Kategoria zagrożenia  | Wytwórca ma system zapewnienia<br>jakości zatwierdzony przez J.N.  | Rodzaj dokumentu<br>kontroli wg PN-EN 10201                         |
|------|--|--|---|
| 1.   | Materiały podstawowe na elementy ciśnieniowe.<br><br>Kategorie zagrożenia: II, III, IV.  | TAK  | Świadectwo odbioru 3.1.B  |
|      |  | NIE  | Świadectwo odbioru 3.1.C <sup>1)</sup><br>lub protokół odbioru 3.2. |
| 2.   | Materiały podstawowe na elementy ciśnieniowe.<br>Kategoria zagrożenia I.<br>Elementy bezciśnieniowe łączone przy użyciu spawania z elementami wg poz. 1. | Posiadanie systemu zapewnienia jakości nie jest czynnikiem decydującym dla materiałów podstawowych <sup>2)</sup> | Atest 2.2.  |
| 3.   | Materiały podstawowe na elementy inne niż wg poz. 1 i 2 oraz materiały spawalnicze   |  | Zaświadczenie o jakości 2.1.  |

<sup>1)</sup> Wraz z deklaracją zgodności ze specyfikacją techniczną wystawioną przez wytwórcę materiału.  
<sup>2)</sup> Patrz wymagania EN 12074.

## 7. WPROWADZANIE DYREKTYW DO PRAWA KRAJOWEGO. PRZYJMOWANIE DO STOSOWANIA NORM EUROPEJSKICH

- 7.1. Zasadnicze wymagania dyrektywy 87/404/WE zostały już wydane w formie Rozporządzenia Rady Ministrów [41], które ma wejść w życie z dniem 01.01.2003r.
- 7.2. Obecnie trwa ankietyzacja projektu Rozporządzenia Rady Ministrów wprowadzającego zasadnicze wymagania dotyczące bezpieczeństwa i oceny zgodności urządzeń ciśnieniowych objętych dyrektywą 97/23/WE.  
Również i to Rozporządzenie ma wejść w życie z dniem 01.01.2003r.
- 7.3. Normy europejskie dotyczące materiałów są sukcesywnie tłumaczone na język polski i ustanawiane przez PKN ze statusem Polskiej Normy. W razie potrzeby do tekstu wprowadza się odsyłacze krajowe i załączniki krajowe z odpowiednimi objaśnieniami i komentarzami.  
Obecnie realizowany jest proces wprowadzania do Polskich Norm europejskich, metodą uznania. Polega ono na oficjalnym ogłoszeniu ich za normyPN oraz podaniu informacji dotyczącej udostępnienia norm europejskich w oryginalnych wersjach językowych. Do uznania zostały skierowane wszystkie normy europejskie, których wprowadzenie metodą tłumaczenia nie będzie możliwe do końca bieżącego roku.

## **8. PODSUMOWANIE**

### **8.1. Ogólne porównanie z dotychczasowymi wymaganiami Urzędu Dozoru Technicznego dotyczącymi materiałów**

W ogólnym ujęciu system stosowany dotąd w przepisach o dozorcze technicznym i warunkach technicznych dozoru technicznego nie różni się od podstawowych założeń dyrektyw nowego podejścia i zharmonizowanych z nimi normami.

- 8.1.1 Materiały powinny nadawać się do zamierzonego celu, tj. posiadać odpowiednią wytrzymałość, odporność na działanie czynników eksploatacyjnych, nadawać się do przeróbki plastycznej i spajania i zachowywać swe własności przez przewidywany okres eksploatacji urządzenia.
- 8.1.2 Wytwarzanie i badanie materiałów odbywa się wg norm (zharmonizowanych z dyrektywą). W przypadku braku takich norm obowiązują inne specyfikacje (Europejskie Uznanie Materiałowe, Ocena Jednorazowa). Dodatkowo mogą obowiązywać specyficzne wymagania norm wyrobu.
- 8.1.3 Materiały nowe powinny, przed ich uznaniem, być poddane badaniom wg ustalonych programów udowadniającym ich przydatność wg p. 8.1.1.
- 8.1.4 Wytwórcy materiałów na urządzenia stwarzające wyższe zagrożenie powinni zostać poddani ocenie bądź poprzez zatwierdzenie systemu jakości ukierunkowanego na konkretne materiały bądź poprzez doraźne odbiory strony trzeciej.

### **8.2 Konsekwencje wprowadzania nowych wymagań na materiały**

#### **8.2.1 Projektujący urządzenia ciśnieniowe**

Rola projektujących jest niezwykle istotna, gdyż oni, jako pierwsi decydują o zastosowanym materiale.

Do dyspozycji będą mieli szereg nowych gatunków nie stosowanych dotychczas w kraju.

Z uwagi na różnice właściwości wytrzymałościowych pomiędzy krajowymi a „nowymi” materiałami będą musieli każdorazowo analizować wielkości naprężeń dopuszczalnych, biorąc przy tym pod uwagę nowe współczynniki bezpieczeństwa różniące się również od dotychczasowych.

Projektanci powinni mieć zapewniony dostęp do norm europejskich na materiały, do ewentualnych Europejskich Uznań Materiałowych a przede wszystkim do norm wyrobu, w których mogą być stawiane wymagania dodatkowe do norm lub zalecany wybór opcji zapewnionych w normie materiałowej.

W konkretnych przypadkach projektujący będą musieli decydować o potrzebie zastosowania materiału nie objętego ani EN ani EAM, który to materiał będzie podlegać jednorazowemu dopuszczeniu w fazie weryfikacji dokumentacji. Wspomniane zastosowanie powinno być poprzedzone analizą zgodności z wymaganiami dyrektywy, a ta analiza – dołączona do dokumentacji.

### 8.2.2 Wytwarzający materiały

Dotychczas posiadane uprawnienia UDT nie będą już konieczne w odniesieniu do materiałów przeznaczonych do wytwarzania urządzeń objętych dyrektywami.

W przypadku rozpoczynania produkcji materiałów uznanych lub nowych wytwarzający będą musieli przeprowadzać badania wg programu uzależnionego do stopnia opanowania produkcji tego materiału. W zależności od przeznaczenia materiałów badania te mogą być nadzorowane przez jednostkę notyfikowaną.

Zalecane jest posiadanie systemu zapewnienia jakości zatwierdzonego, pod kątem produkcji konkretnych wyrobów, przez jednostkę notyfikowaną.

W przypadku rur spajanych konieczne będzie posiadanie uzgodnionych technologii oraz posiadanie wykwalifikowanego personelu zgodnie z odnośnymi postanowieniami dyrektywy.

Personel przeprowadzający badania nieniszczące wyrobów hutniczych powinien być kwalifikowany i certyfikowany zgodnie z dyrektywą i odnośnymi normami.

Jako nowe badanie dojdzie określenie wytrzymałości na rozciąganie w podwyższonej temperaturze wyrobów z określonych stali austenitycznych.

### 8.2.3 Wytwarzający urządzenia ciśnieniowe

Wytwarzający będą odpowiedzialni za dobór wytwórców materiałów i zamówienie materiału z odpowiednim dokumentem kontroli.

W przypadku zagranicznych materiałów nie będą konieczne wnioski importowe ani uprawnienia wytwórców przez UDT.

Wytwórcy będą zmuszeni do zweryfikowania swoich uznanych technologii spawania z uwagi na odmienne wymagania dotyczące badania udarności (rodzaj próbki i temperatura badania) dla niektórych stali wg EN, a także z uwagi na szereg wchodzących do użytkowania nowych spoiw.

## 9. LITERATURA

- [1] 87/404/WE. Council Directive of 25 June, 1987 on the harmonization of the laws of the Member States relating to simple pressure vessels.
- [2] 97/23/WE. Directive of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member States concerning pressure equipment.
- [3] PN-EN 286-1. Proste, nieogrzewane płomieniem zbiorniki ciśnieniowe na powietrze lub azot. Część 1: Zbiorniki ciśnieniowe ogólnego przeznaczenia.
- [4] PN-EN 10207+A1. Stale na zwykłe zbiorniki ciśnieniowe. Techniczne warunki dostawy blach, taśm i prętów.
- [5] PN-EN 10028-1. Wyroby płaskie ze stali na urządzenia ciśnieniowe. Stale niestopowe i stopowe do pracy w podwyższonych temperaturach.
- [6] PN-EN 10028-3. Wyroby płaskie ze stali na urządzenia ciśnieniowe. Stale spawane drobnoziarniste normalizowane.
- [7] DT-UT-90/WO-M. Warunki Techniczne Dozoru Technicznego. Wymagania ogólne. Materiały.
- [8] PN-EN 10204+A1. Wyroby metalowe. Rodzaje dokumentów kontroli.

- [9] prEN 12952. Water tube boilers and auxiliary installations. (17 części)
- [10] prEN 12953. Shell boilers. (13 części)
- [11] prEN 13480. Metallic industrial piping. (7 części)
- [12] prEN 13445. Unfired pressure vessels. (7 części)
- [13] prEN 13458. Cryogenic vessels. Static vacuum insulated vessels. (3 części)
- [14] prEN 12542. Design and manufacture of static welded steel cylindrical tanks for LPG having a volume not greater than 13m<sup>3</sup> and for installation overground.
- [15] prEN 12897. Gas loaded accumulators for fluid power applications.
- [16] prEN 12952-12. Water tube boilers and auxiliary installations.  
Part 12: Requirements for boiler feedwater and boiler water quality.
- [17] EN 1252-1. Cryogenic vessels. Materials. – Part 1: Toughness requirements for temperatures below – 80° C.  
Part 2. Toughness requirements for temperatures between – 80° C and – 20° C
- [18] EN 764. Pressure equipment.
- [19] EN 764-5. Pressure equipment – Part 4. Establishment of technical delivery conditions or materials.
- [20] EN 764-5. Pressure equipment – Part 5. Compliance and inspection documentation of materials.
- [21] PN-EN 10027-1. Systemy oznaczania stali. Znaki stali. Symbole główne.
- [22] DIN-EN 10025. Warmgewalzte Erzeugnisse aus unlegierten Baustählen. Technische Lieferbedingungen
- [23] PN-88/H-84020. Stal niestopowa konstrukcyjna ogólnego przeznaczenia. Gatunki.
- [24] DIN 17100. Allgemeine Baustähle. Gütenorm.
- [25] PN-81/H-92123. Blachy stalowe kotłowe.
- [26] PN-H-74252:1998. Rury stalowe bez szwu kotłowe.
- [27] prEN 10216-2. Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen – Technische Lieferbedingungen – Teil 2: Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperature.
- [28] PN-85/H-H-74242. Rury stalowe bez szwu wysokostopowe ze stali odpornej na korozję i żaroodporne
- [29] prEN 10216-5. Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen. Technische Lieferbedingungen. Teil 5: Röhre aus nichtrostenden Stählen”
- [30] PN-EN 10020:1996. Definicja i klasyfikacja gatunków stali
- [31] PN-EN 10027-2. Systemy oznaczania stali. System cyfrowy.
- [32] PN-EN 10079:1996. Stal. Wyroby. Terminologia.

- [33] PN-EN 10021:1997. Ogólne techniczne warunki dostawy stali i wyrobów stalowych.
- [34] PN-EN 10052:1999. Słownik terminów obróbki cieplnej stopów żelaza.
- [35] prPN-EN 473:2000. Badania nieniszczące. Kwalifikacja i certyfikacja personelu badań nieniszczących. Zasady ogólne.
- [36] EN 10256. Non destructive testing of steel tubes – Qualification and competence of level 1 and 2 non-destructive testing personnel.
- [37] R97/CEOC/CP96. Supplementary quality management system requirements for manufactures of metallic materials for pressure equipment.
- [38] /CEOC/R77-1÷7/CEOC/CP93. Appraisal of materials for pressure equipment.
- [39] EN 12074. Welding consumables. Quality requirements for manufacture, supply and distribution of consumables for welding and allied processes.
- [40] prEN 13479. Welding consumables. Test methods and quality requirements for conformity assessment of consumables. Part 1: Primary methods and evaluation. Part 2: Supplementary methods and evaluation.
- [41] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 2001r. w sprawie wymagań zasadniczych dla prostych zbiorników ciśnieniowych podlegających ocenie zgodności.

Tablica 4. Zestawienie gatunków blach do pracy w podwyższonych temperaturach wg PN i PN-EN

| <b>Gatunki specyficzne dla<br/>PN-81/H-92123</b> | <b>Gatunki zbliżone wg<br/>PN-81/H-92123<br/>PN-EN 10028-2</b>  | <b>Gatunki specyficzne dla<br/>PN-EN 10028-2</b> |
|--|---|--|
| 15 NCuMNB<br>15 NCuMNBa                          | St 36K/P235 GH<br>St 41K/P265 GH<br>15HM/13CrMo4-5<br>20M/16Mo3 | P355 GH<br>10CrMo9-10<br>11CrMo9-10 (1)          |
| (1) ZN-91/0642-15 Warunki Huty BATORY            |   |  |

Tablica 5. Zestawienie gatunków rur do pracy w podwyższonych temperaturach wg PN i prEN.

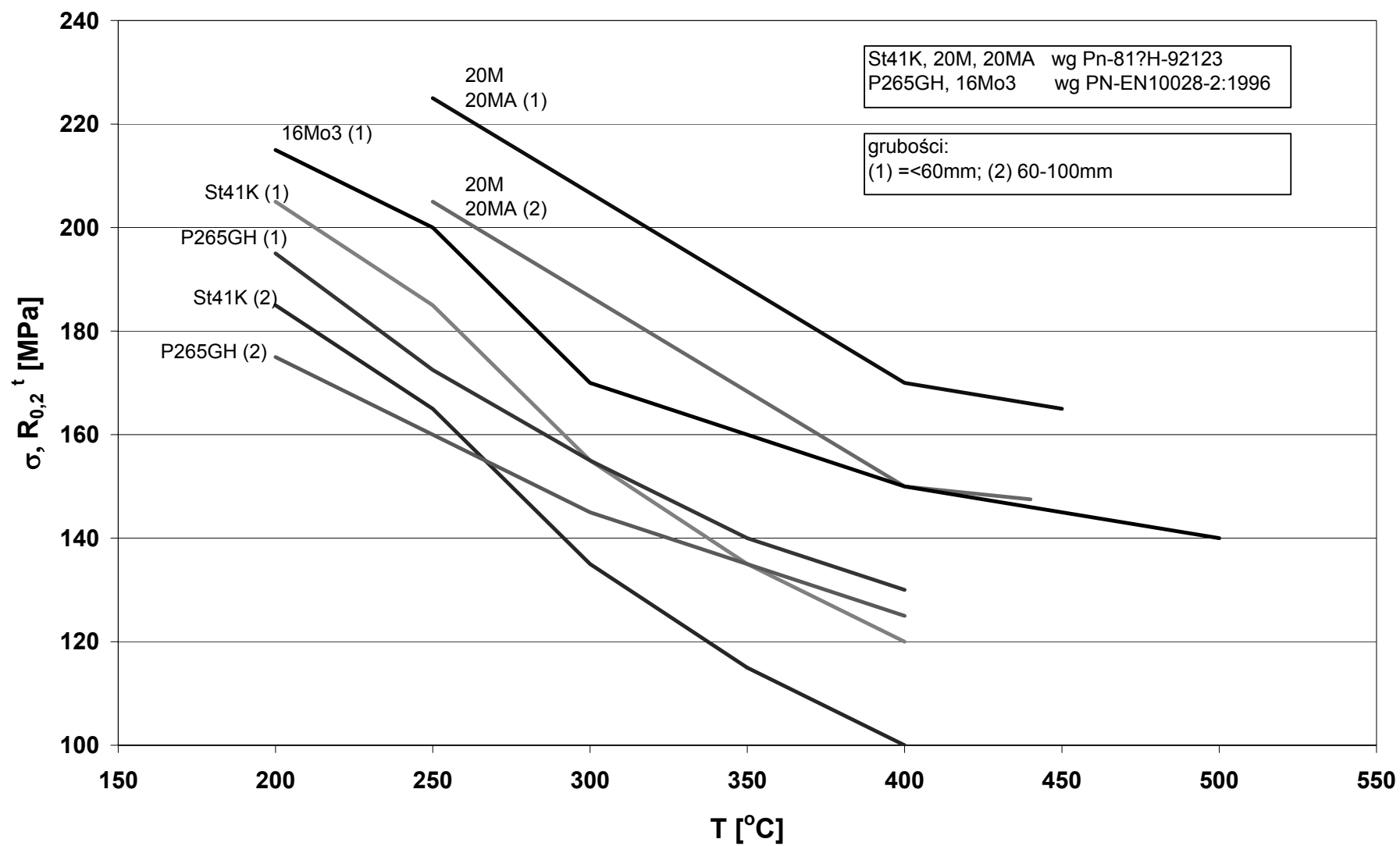
| Gatunki specyficzne dla prEN 10216-2   | Gatunki zbliżone wg prEN 10216-2 i PN-H-74252:1998   | Gatunki specyficzne dla PN-H-74252:1998 |
|--|--|---|
| P 195 GH<br>20 MnNb8<br>8 Mo B5-4<br>10 CrMo 5-5<br>10 CrMo 9-10<br>25 CrMo 4<br>20 CrMoV 13-5-5<br>15 NiCuMoNb 5-6-4<br>X 11CrMo 5+I<br>X 11CrMo 5+NT1<br>X 11CrMo 5+NT2<br>X 11CrMo 9-1+I<br>X 11CrMo 9-1+NT<br>X 20CrMoV 11-1 | P 235/K10<br>P 265/K18<br>16Mo3/16M<br>13 CrMo4-5/15HM<br>11CrMo9-10/10H2M<br>14MoV6-2/13HMF<br>X10CrMoVNb9-1/H9AMFNb <sup>(1)</sup> | Brak                                    |
| <sup>(1)</sup> ZN-HB-001 – Warunki Huty BATORY   |  |   |



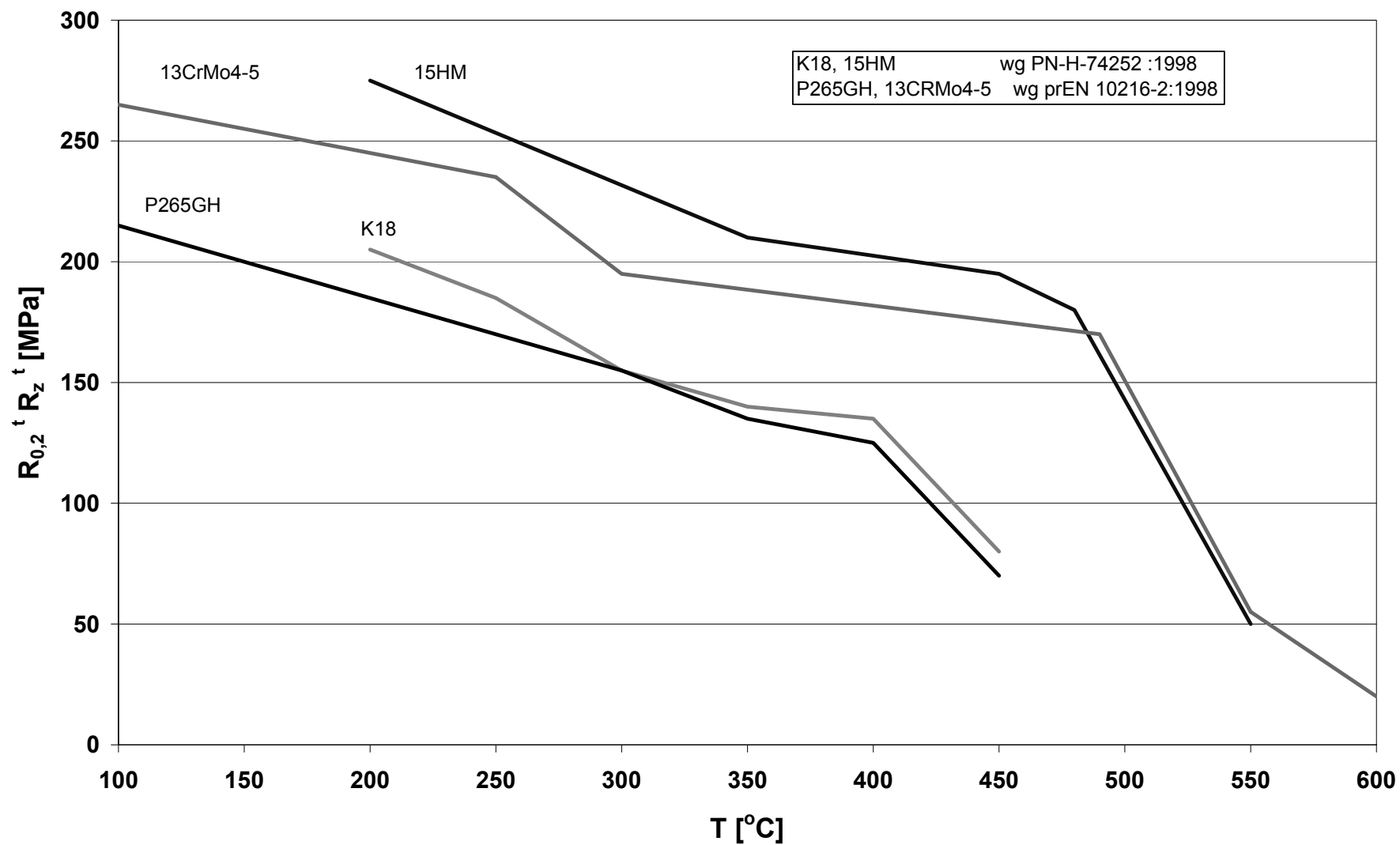
Tablica 3. Zestawienie materiałów na urządzenia ciśnieniowe wg projektów norm europejskich na kotły, zbiorniki, rurociągi.

| Norma       | Arkusze | Rodzaj wyrobu (*)                   | Charakterystyka stali   |
|-------------|---------|-------------------------------------|---|
| EN 10028    | 2       | Blachy i taśmy                      | Do pracy w podwyższonych temperaturach  |
|             | 3       |                                     | Normalizowane stale drobnoziarniste   |
|             | 4       |                                     | Do pracy w niskich temperaturach  |
|             | 5       |                                     | Drobnoziarniste, walcowane termomechanicznie  |
|             | 6       |                                     | Drobnoziarniste, ulepszone cieplnie   |
| pr-EN 10028 | 7       |                                     | Nierdzewne, austenityczne i austenityczno-ferrytyczne                               |
| prEN 10216  | 1       | Rury bez szwu                       | Do pracy w temperaturze otoczenia   |
|             | 2       |                                     | Do pracy w podwyższonych temperaturach  |
|             | 3       |                                     | Stale drobnoziarniste   |
|             | 4       |                                     | Do pracy w niskich temperaturach  |
|             | 5       |                                     | Nierdzewne, austenityczne, austenityczno-ferrytyczne                                |
| prEN 10217  | 1       | Rury zgrzewane elektrycznie-oporowo | Do pracy w temperaturze otoczenia   |
|             | 2       |                                     | Do pracy w podwyższonych temperaturach  |
|             | 3       |                                     | Stale drobnoziarniste   |
|             | 4       |                                     | Do pracy w niskich temperaturach  |
|             | 5       | Rury spawane pod topnikiem          | Do pracy w podwyższonych temperaturach  |
|             | 6       |                                     | Do pracy w niskich temperaturach  |
|             | 7       | Rury spawane                        | Nierdzewne austenityczne i austenityczno-ferrytyczne                                |
| EN 10222    | 2       | Odkuwki                             | Do pracy w podwyższonych temperaturach  |
|             | 3       |                                     | Do pracy w niskich temperaturach  |
|             | 4       |                                     | Stale drobnoziarniste normalizowane i ulepszone cieplnie                            |
|             | 5       |                                     | Stale nierdzewne, austenityczne, austenityczno-ferrytyczne i martenzytyczne         |
| prEN 10272  |         | Pręty walcowane                     | Stale nierdzewne austenityczne, austenityczno-ferrytyczne i martenzytyczne          |
| prEN 10273  |         | Pręty walcowane                     | Do pracy w podwyższonych temperaturach, drobnoziarniste i normalizowane i ulepszone |
| prEN 10269  |         | Pręty (na elementy mocujące)        | Wszystkie rodzaje stali plus stopy niklu  |
| prEN 10213  | 2       | Odlewy                              | Do pracy w podwyższonych temperaturach oraz nierdzewne, austenityczne               |
|             | 3       |                                     | Do pracy w niskich temperaturach  |
|             | 4       |                                     | Stale nierdzewne austenityczne, austenityczno-ferrytyczne                           |

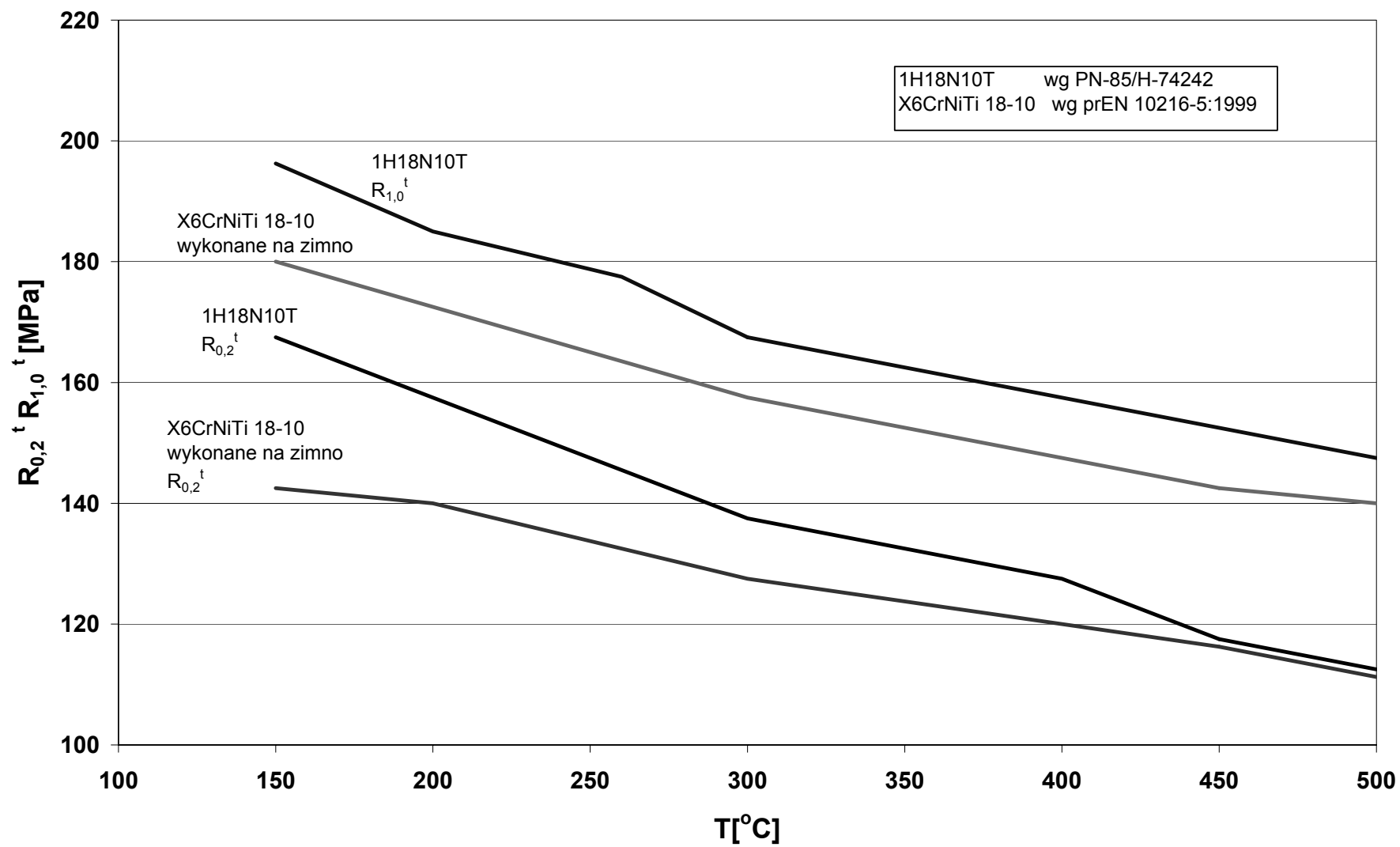
(\*) Oddzielne normy opracowano na kołnierze i korpusy armatury



Rys. 1. Porównanie właściwości blach kotłowych



Rys. 2. Porównanie właściwości rur kotłowych



Rys.2 Porównanie własności rur ze stali odpornej na korozję