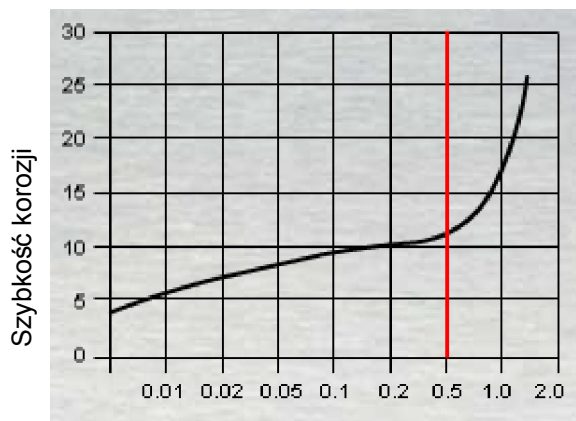


Wykończenia powierzchni produktów płaskich ze stali nierdzewnych

Wykończenia powierzchni blach cienkich i grubych oraz taśm ze stali nierdzewnych scharakteryzowane są w normie PN-EN 10088-2:2007. Wykończenia powierzchni dla wyrobów płaskich ze stali odpornych na korozję przeznaczonych na urządzenia ciśnieniowe opisano w normie PN-EN 10028-7:2009. Normy wyszczególniają wykończenia walcownicze uzyskane zarówno przez walcowanie na gorąco jak i walcowanie na zimno oraz wykończenia specjalne (tab. 1 i 2). W normie EN 10088-2 nie scharakteryzowano wykończeń przez śrutowanie oraz elektro-polerowanie.

Wybór odpowiedniego wykończenia powierzchni dla elementów ze stali nierdzewnej ze względu na odporność korozyjną jest równie ważny, co dobór samego gatunku stali. Do zewnętrznych zastosowań architektonicznych często wybiera się matowe wykończenia powierzchni. Należy pamiętać, że mogą one wykazywać szerokim zakres dostępnych chropowatości powierzchni w zależności wielkości materiału ściernego zastosowanego do ich produkcji. Powierzchnia wykończenia o większej chropowatości $R_a > 1 \mu m$ charakteryzuje się głębszymi bruzdami, gdzie jony chlorków mogą łatwiej zbierać się i niszczyć warstwę pasywną, w skutek tego inicjować atak korozji (rys. 1). Sytuacja odwrotna występuje w przypadku powierzchni polerowanych o $R_a < 0,5 \mu m$ dla których akumulacja jonów chlorkowych na powierzchni jest bardzo utrudniona. Jeżeli wymagane jest zastosowanie wykończenia kierunkowego na przykład dla zastosowań przybrzeżnych, morskich należy wyszczególnić maksymalnie dopuszczalną chropowatość w kierunku poprzecznych na poziomie $R_a < 0,5 \mu m$ (np. wykończenie typu 2K). Kolejnym równie istotnym czynnikiem w zapewnieniu odporności korozyjnej jest kierunkowość polerowanych wykończeń i ich orientacja względem oddziaływania czynników atmosferycznych. Zgodne zorientowanie obu kierunków ułatwia naturalne obmywanie powierzchni elementów przez deszcz. Większość wykończeń opisanych w EN 10088-2 charakteryzuje się własnościami, które zapewniają wysoką odporność na korozję powierzchni materiału do jego wartości granicznej wynikającej ze składu chemicznego danego gatunku stali. Wykończenie szorstkie takie jak typu „G” może ograniczyć odporność korozyjną stali w surowych warunkach pracy, gdzie dany gatunek jest eksploatowany w stanie zbliżonych do jego granicznej odporności korozyjnej.



Chropowatość powierzchni, $R_a \mu m$

Rys. 1. Wpływ chropowatości powierzchni na szybkość korozji.

W normach do opisu wykończeń powierzchni przyjęto zastosowaną technologię wytwarzania danego typu wykończenia. Definicje wykończeń powierzchni nie określają ich za pomocą topografii powierzchni wyrażonej parametrem chropowatości R_a , lecz jedynie opisują charakterystykę poszczególnych typów wykończeń.

W celu precyzyjnego określenia specjalnych wykończeń powierzchni normy zalecają szczegółowe uzgodnienie między wytwórcą a zamawiającym cech wykończenia (np. ziarnistości zastosowanego ścierniwa lub pożądanej chropowatości powierzchni).

Tablica 1. Wykończenia walcownicze blach ze stali nierdzewnych

Symbol	Przebieg wytwarzania	Opis wykończenia
Wykończenia walcowane na gorąco		
1C	Walcowanie na gorąco, obróbka cieplna bez usuwania zgorzeliny.	Powierzchnia pokryta zgorzeliną walcowniczą. Gotowe wyroby z takim wykończeniem mogą być przeznaczone do pracy w warunkach (utleniania), zastosowaniach żaroodpornych, ale w celu polepszenia odporności korozyjnej powinno się usunąć z nich zgorzelinę.
1E	Walcowanie na gorąco, obróbka cieplna, mechaniczne usuwanie zgorzeliny.	Powierzchnia bez zgorzeliny. Rodzaj mechanicznego usuwania zgorzeliny, np. przez szlifowanie lub śrutowanie zależy od gatunku stali i postaci wyrobu. Sposób wykonania pozostaje w gestii wytwórcy. Takie wykończenie może także ograniczyć odporność na korozję szczelinową stali.
1D	Walcowanie na gorąco, obróbka cieplna, wytrawianie.	Powierzchnia bez zgorzeliny. Najbardziej powszechne wykończenie większości gatunków stali. Wykończenie walcowane na gorąco o najwyższej odporności korozyjnej. Zwykle wykończenie do dalszej przeróbki. Dopuszczalne są ślady po szlifowaniu. Gładkość niższa od wykończeń typu 2D lub 2B. Chropowatość powierzchni $R_a=4-7\mu m$.
1U	Walcowanie na gorąco, bez obróbki cieplnej, bez usuwania zgorzeliny.	Powierzchnia pokryta zgorzeliną walcowniczą. Odpowiednia na wyroby do dalszej przeróbki, np. na taśmy do ponownego walcowania.
Wykończenia walcowane na zimno		
2H	Utwardzanie przez odkształcenie.	Powierzchnia jasna. Gładkość zbliżona do 2B. Przeróbka plastyczna na zimno zwłaszcza austenitycznych gatunków stali nierdzewnych podwyższa ich wytrzymałość mechaniczną.
2C	Walcowanie na zimno, obróbka cieplna bez usuwania zgorzeliny.	Powierzchnia gładka ze zgorzeliną z obróbki cieplnej, odpowiednia na części wykonywane obróbką skrawaniem lub elementy, z których będzie usuwana zgorzelina w późniejszej przeróbce lub do niektórych zastosowań żaroodpornych.
2E	Walcowanie na zimno, obróbka cieplna, mechaniczne usuwanie zgorzeliny.	Powierzchnia szorstka i matowa. Stosowana zazwyczaj do stali, które posiadają zgorzeliną bardzo odporną na działanie kwasów trawiących.
2D	Walcowanie na zimno, obróbka cieplna, wytrawianie.	Powierzchnia gładka. Wykończenie ma dobrą ciągliwość, ale nie tak gładka jak 2B czy 2R. Grubsze zakresy wielkości arkuszy. Chropowatość powierzchni $R_a=0,4-1,0\mu m$.
2B	Walcowanie na zimno, obróbka cieplna, trawienie, walcowanie wykańczające.	Powierzchnia gładka niż 2B. Najpowszechniejsze wykończenie dla większości rodzajów stali. Zapewnia dobrą odporność na korozję, gładkość i płaskość. Wykończenie powszechne także do dalszego przetwórstwa. Walcowaniem wykańczającym może być prostowanie przez rozciąganie. Zakres grubości elementów limitowany przez przepustowość walcowania wykańczającego wytwórcy. Chropowatość powierzchni $R_a=0,1-0,5\mu m$.
2R	Walcowanie na zimno, wyżarzanie bez nalotu (może być walcowanie wykańczające).	Powierzchnia gładka, jasna, bardzo odbijająca światło. Wykończenie na połysk lustrzany. Gładka i jaśniejsza niż 2B. Wykończenie także powszechnie stosowane do dalszego przetwórstwa. Często pokrywana folią ochronną dla elementów przeznaczonych do tłoczenia. Wyroby z takim wykończeniem trafiają do eksploatacji bez żadnej dodatkowej obróbki. Chropowatość powierzchni $R_a=0,05-0,1\mu m$.
2Q	Walcowanie na zimno, hartowanie i odpuszczanie, bez zgorzeliny.	Powierzchnia bez zgorzeliny. Dostępna jedynie dla gatunków martenzytycznych. Materiał hartowany i odpuszczany w atmosferze ochronnej, co przeciwdziała powstawaniu zgorzeliny lub z usuwaniem zgorzeliny po obróbce cieplnej.

Tablica 2. Wykończenia specjalne blach ze stali nierdzewnych

Symbol	Przebieg wytwarzania	Opis wykończenia
Wykończenia specjalne		
1G lub 2G	Szlifowanie ¹⁾	Może być wytwarzane na bazie wykończeń walcowniczych typu „1” lub „2”. Tekstura powierzchni jednokierunkowa, słabo odbijająca światło. Wyszczególnić można siatkę rys lub chropowatość powierzchni. ²⁾
1J lub 2J	Szczotkowanie lub szlifowanie na matowo ¹⁾	Może być wytwarzane na bazie wykończeń walcowniczych typu „1” lub „2”. Gładsza niż szlifowana typu „G”. Tekstura powierzchni jednokierunkowa, słabo odbijająca światło. Wyszczególnić można siatkę rys od szczotkowania lub polerowania albo chropowatość powierzchni. Chropowatość powierzchni $R_a=0,2-1,0 \mu\text{m}$. ²⁾
1K lub 2K	Wykończenie lekko błyszczące przez polerowanie ¹⁾	Może być wytwarzane na bazie wykończeń walcowniczych typu „1” lub „2”. Dodatkowe specjalne wymagania dla tego wykończenia w celu uzyskania odpowiedniej odporności korozyjnej w przypadku okrętownictwa oraz zewnętrznych zastosowań architektonicznych. Chropowatość w kierunku poprzecznych $R_a<0,5\mu\text{m}$ z czystym wykończeniem powierzchni. Gładkość wykończenia oraz jego odporność korozyjna jest odpowiednia do większości zewnętrznych zastosowań architektonicznych. ²⁾
1P lub 2P	Polerowanie na połysk lustrzany ¹⁾	Może być wytwarzane na bazie wykończeń walcowniczych typu „1” lub „2”. Polerowanie mechaniczne. Wykończenie bezkierunkowe odbijające światło z dużym stopniem czystości obrazu. Można wyszczególnić proces lub chropowatość powierzchni. Chropowatość powierzchni $R_a<0,1\mu\text{m}$. ²⁾
2F	Walcowanie na zimno, obróbka cieplna, walcowanie wykańczające na szorstkich walcach	Wykończenie powierzchni jednorodne, nieodbijające światła, powierzchnia matowa, może być wytwarzana na bazie wykończeń typu 2B lub 2R. Obróbka cieplna za pomocą wyżarzania bez nalotu lub wyżarzania i trawienia.
1M lub 2M	Walcowanie lub wyciskanie lub walcowanie przy pomocy walców z wzorami	Wykończenie z powierzchnią wzorzystą. Może być wytwarzane na bazie wykończeń walcowniczych typu „1” lub „2”. Wzór na jednej powierzchni, a druga powierzchnia płaska. Wykończenie „1M” dla blach żeberkowych na podesty, a „2M” wykończenie na wzór drobny przeważnie do zastosowań architektonicznych.
2W	Fałdowanie	Wzór dwustronny do uzgodnienia. Stosowana w celu zwiększenia wytrzymałości lub dla efektu wizualnego. Profilowana na rolkach (kształt np. trapezowy lub sinusoidalny).
2L	Barwienie ¹⁾	Może być stosowane na płaskich wykończeniach (typu 2R, 2P lub 2K) lub powierzchniach wzorzystych (2M). Dostępna jest szeroka gama kolorów.
1S lub 2S	Powlekanie powierzchni ¹⁾	Może być wytwarzane na bazie wykończeń walcowniczych typu „1” lub „2”. Zwykle powlekane z jednej strony powłoką metaliczną np. cyną, aluminium lub tytanem.

¹⁾ – Tylko na jednej powierzchni o ile nie uzgodni się specjalnie przy zamówieniu.
²⁾ – Opis wykończenia, własności powierzchni (np. siatka rys lub chropowatość powierzchni) mogą się różnić, co wymaga uściślenia warunków między wytwórcą a nabywcą.

W tablicy 3 przedstawiono porównanie oznaczeń wykończeń powierzchni stali nierdzewnych wg normy EN 10088 z odpowiednikami w normach ASTM i DIN oraz typową chropowatość powierzchni.

Tablica. 3. Porównanie oznaczeń wykończeń powierzchni stali nierdzewnych oraz ich typowa chropowatość powierzchni

Typ wykończenia	EN 10088 / 10028-7	Odpowiedniki wg innych norm		Typowa chropowatość powierzchni $R_a \mu m$
		ASTM A480	DIN 17441	
Walcowane na gorąco	1C	(HRA)	-	-
	1E	-	-	-
	1D	Nr 1 (HRAP)	IIa (c2)	4,00 – 7,00
	1U	-	-	-
Walcowane na zimno	2H	TR	-	-
	2C	-	-	-
	2E	-	-	-
	2D	2D	IIIb (h)	0,40 – 1,00
	2B	2B	IIIc (n)	0,10 – 0,50
	2R	BA	IIId (m)	0,05 – 0,10
	2Q	-	-	-
Wykończenia specjalne	2G	Nr 3	-	2,50 – 2,00
	2J	Nr 4, (Nr 3)	-	0,50 – 1,50
	2K	Nr 6, (Nr 4)	-	< 0,50
	2P	Nr 8, (Nr 7)	-	< 0,10

Literatura

- [1]. PN-EN 10088-2:2007, Stale odporne na korozję, Część 2: Warunki techniczne dostawy blach i taśm ze stali nierdzewnych ogólnego przeznaczenia.
- [2]. PN-EN 10028-7:2009, Wyroby płaskie ze stali na urządzenia ciśnieniowe, Część 7: Stale odporne na korozję.
- [3]. Specifying finishes for stainless steel flat products (sheet and plate), www.bssa.org.uk
- [4]. C. Honess, A. Harrison, Importance of surface finish in the design of stainless steel, Stainless Steel Industry 15, sierpień 2006.
- [5]. Poradnik dla robót wykończeniowych z zastosowaniem stali nierdzewnych, seria budowlana, księga 1, Euro-Inox, 2003, www.stalnierdzewne.pl