



ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

999904 4. vydání Změna 2	KOVOVÉ POVLAKY VYLUČOVANÉ ELEKTROLYTICKY A CHEMICKY
---	--

ZAVÁDÍ	Nezavádí žádný STANAG ani AP
NAHRAZUJE	ČOS 999904, 4. vydání, Změna 1 KOVOVÉ POVLAKY VYLUČOVANÉ ELEKTROLYTICKY A CHEMICKY

ČOS 999904
4. vydání
Změna 2

(VOLNÁ STRANA)

ČESKÝ OBRANNÝ STANDARD

KOVOVÉ POVLAKY VYLUČOVANÉ ELEKTROLYTICKY A CHEMICKY

Základem pro tvorbu tohoto standardu byly originály následujících dokumentů:

ČOS 999904, 4. vydání, Kovové povlaky vylučované elektrolyticky a chemicky
Změna 1

ASTM B604-91 (2019) STANDARD SPECIFICATION FOR DECORATIVE
ELECTROPLATED COATINGS OF COPPER PLUS
NICKEL PLUS CHROMIUM ON PLASTICS

Normalizovaná specifikace pro dekorativní elektrolyticky
vyloučené povlaky měď + nikl + chrom na plastech

ASTM B633-23 (2023) STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED
COATINGS OF ZINC ON IRON AND STEEL

Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené
povlaky zinku na železe a oceli

ASTM B733-22 (2022) STANDARD SPECIFICATION FOR AUTOCATALYTIC
(ELECTROLESS) NICKEL-PHOSPHORUS COATINGS ON
METAL

Normalizovaná specifikace pro autokatalyticky
(bezproudově) vyloučené povlaky nikl-fosfor na kovu

ČSN EN ISO
27830:2018

Kovové a jiné anorganické povlaky – Požadavky
na označování kovových a anorganických povlaků (03
8500)

MIL-STD-1568D MATERIALS AND PROCESSES FOR CORROSION
PREVENTION AND CONTROL IN AEROSPACE
WEAPONS SYSTEMS

Materiály a postupy pro antikorozi ochranu a kontrolu
v leteckých zbraňových systémech

Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti

Praha 2024

OBSAH

1	Předmět standardu.....	7
2	Nahrazení standardů a norem.....	7
3	Související dokumenty	7
4	Zpracovatel ČOS.....	23
5	Použité zkratky, značky a definice	23
Část 1		
Elektrolyticky vylučované kovové povlaky		26
6	Všeobecné požadavky	26
6.1	Základní informace, které musí odběratel dodavateli specifikovat.....	26
6.2	Doplňující informace pro dodavatele	26
6.3	Označení povlaku	27
6.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	29
6.5	Požadavky na povlak.....	31
6.6	Konstrukční a technologické zásady při elektrolytickém pokovování.....	32
7	Elektrolyticky vyloučené povlaky cínu	33
7.1	Rozsah použití	33
7.2	Označování povlaku	33
7.3	Požadavky na povlak.....	36
7.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	38
7.5	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	39
7.6	Zkoušky znaků kvality povlaků.....	39
7.7	Kontrola a přejímka.....	40
8	Elektrolyticky vyloučené povlaky chromu pro technické účely.....	40
8.1	Rozsah použití	40
8.2	Označování povlaku	41
8.3	Požadavky na povlak.....	44
8.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	47
8.5	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	49
8.6	Zvláštní zkušební vzorky.....	49
8.7	Zkoušky znaků kvality povlaků.....	49
8.8	Kontrola a přejímka.....	50
8.9	Opravy chromových povlaků.....	50
9	Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu pro technické účely	51
9.1	Rozsah použití	51
9.2	Označování povlaku	52
9.3	Požadavky na povlak.....	55
9.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	58
9.5	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	59
9.6	Vnitřní prnutí povlaků	60
9.7	Vlivy nečistot v niklovacích lázních	60

9.8	Zkoušky znaků kvality povlaků.....	60
9.9	Zvláštní zkušební vzorky.....	61
9.10	Kontrola a převímka.....	61
9.11	Opravy niklových povlaků	61
10	Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu, nikl–chrom, měď–nikl a měď–nikl–chrom	62
10.1	Rozsah použití	62
10.2	Označování povlaku	62
10.3	Požadavky na povlak	66
10.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	73
10.5	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	74
10.6	Zkoušky znaků kvality povlaků.....	74
10.7	Zvláštní zkušební vzorky.....	75
10.8	Opravy povlaků.....	76
10.9	Kontrola a převímka.....	76
11	Elektrolyticky vyloučené povlaky nikl-chrom a měď-nikl-chrom na plastech.....	76
11.1	Rozsah použití	76
11.2	Označování povlaku	77
11.3	Požadavky na povlak	79
11.4	Zkoušky znaků kvality povlaků.....	82
11.5	Kontrola a převímka.....	84
12	Elektrolyticky vyloučené povlaky kadmia.....	84
12.1	Rozsah použití	84
12.2	Označování povlaku	85
12.3	Požadavky na povlak	87
12.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	89
12.5	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	90
12.6	Zkoušky znaků kvality povlaků.....	90
12.7	Kontrola a převímka.....	91
12.8	Opravy kadmiových povlaků	91
12.9	Náhrada kadmia alternativními povlaky	91
13	Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku.....	92
13.1	Rozsah použití	92
13.2	Označování povlaku	93
13.3	Požadavky na povlak	95
13.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	97
13.5	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	98
13.6	Dodatečné úpravy povlaku	98
13.7	Zkoušky znaků kvality povlaků.....	99
13.8	Kontrola a převímka.....	100
14	Elektrolyticky vyloučené povlaky stříbra a jeho slitin	100

14.1	Rozsah použití	100
14.2	Označování povlaku	100
14.3	Požadavky na povlak	103
14.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	105
14.5	Požadavky na mezivrstvy	106
14.6	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	106
14.7	Dodatečné úpravy	106
14.8	Zkoušky znaků kvality povlaků	107
14.9	Kontrola a přejímka	107
15	Elektrolyticky vyloučené povlaky zlata	107
15.1	Rozsah použití	107
15.2	Označování povlaku	108
15.3	Požadavky na povlak	110
15.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	114
15.5	Požadavky na mezivrstvu	115
15.6	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	116
15.7	Zkoušky znaků kvality povlaků	116
15.8	Kontrola a přejímka	117

Část 2

Chemicky vylučované kovové povlaky..... 118

16	Bezproudivě vyloučené povlaky nikl-fosfor	118
16.1	Rozsah použití	118
16.2	Označování povlaku	119
16.3	Požadavky na povlak	121
16.4	Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku	128
16.5	Požadavky na mezivrstvy a krycí povlaky	129
16.6	Tepelné zpracování po vyloučení povlaku	129
16.7	Zkoušky znaků kvality povlaků	132
16.8	Kontrola a přejímka	133
16.9	Opravy opotřeбенých nebo nadměrně obrobených výrobků	133

PŘÍLOHY

Příloha A	Přehled základních standardů pro specifikace povlaků	136
Příloha B	Návaznost českých norem na normy EU a NATO	139

1 Předmět standardu

Standard stanovuje požadavky na kvalitu kovových povlaků vylučovaných elektrolyticky nebo chemicky na povrchu vojenské techniky a materiálu. U jednotlivých povlaků jsou uvedena kritéria kvality, metody kontrolních zkoušek a požadované parametry hodnocení.

Pro účely tohoto standardu se používají definice uvedené v ČSN EN ISO 27830, ČSN EN ISO 4527, ČSN EN ISO 2064, ČSN EN ISO 2080 a ČSN EN ISO 16348.

Pro projekty uplatňované v NATO jsou prioritní mezinárodní a vojenské standardy (viz STANAG 4457). Proto jsou ve standardu vedle národních norem ČSN uvedeny také mezinárodní a vojenské normativní dokumenty USA, aby byla umožněna konverze technické dokumentace projektů AČR do legislativního prostředí NATO.

Přehled základních norem pro specifikaci požadavků na jednotlivé povlaky uvádí normativní příloha A.

Návaznost národních norem ČSN na obdobné nebo identické zahraniční normy je uvedena v informativní příloze B.

2 Nahrazení standardů a norem

Tento ČOS nahrazuje ČOS 999904, 4. vydání, Změna 1.

3 Související dokumenty

V tomto ČOS jsou normativní odkazy na následující citované dokumenty (celé nebo jejich části), které jsou nezbytné pro jeho použití. U odkazů na datované citované dokumenty platí tento dokument bez ohledu na to, zda existují novější vydání/edice tohoto dokumentu. U odkazů na nedatované dokumenty se používá pouze nejnovější vydání/edice dokumentu (včetně všech změn).

STANAG 4457 Ed. 1	ENGINEERING DOCUMENTATION IN MULTINATIONAL JOINT PROJECTS (AEDP-1) Technická dokumentace v mezinárodních společných projektech (AEDP-1)
ASTM B117-19 (2019)	STANDARD PRACTICE FOR OPERATING SALT SPRAY (FOG) APPARATUS Normalizovaný postup řízení přístroje solné mlhy
ASTM B177/ B177M-11 (2021)	STANDARD GUIDE FOR ENGINEERING CHROMIUM ELECTROPLATING Normalizovaná směrnice pro elektrolytické vylučování technického chromu
ASTM B183-18 (2022)	STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF LOW-CARBON STEEL FOR ELECTROPLATING Normalizovaný postup pro přípravu nízkouhlíkové oceli k elektrolytickému pokovování

ASTM B201-80 (2019)	<p>STANDARD PRACTICE FOR TESTING CHROMATE COATINGS ON ZINC AND CADMIUM SURFACES</p> <p>Normalizovaný postup pro zkoušení chromátových povlaků na zinkových a kadmiových površích</p>
ASTM B242-99 (2020)	<p>STANDARD GUIDE FOR PREPARATION OF HIGH-CARBON STEEL FOR ELECTROPLATING</p> <p>Normalizovaná směrnice pro přípravu vysokouhlíkové oceli k elektrolytickému pokovování</p>
ASTM B244-09 (2021)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF THICKNESS OF ANODIC COATINGS ON ALUMINUM AND OF OTHER NONCONDUCTIVE COATINGS ON NONMAGNETIC BASIS METALS WITH EDDY-CURRENT INSTRUMENTS</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro měření tloušťky anodických povlaků na hliníku a jiných nevodivých vrstev na nemagnetických kovových podkladech přístroji s vířivými proudy</p>
ASTM B252-92 (2020)	<p>STANDARD GUIDE FOR PREPARATION OF ZINC ALLOY DIE CASTINGS FOR ELECTROPLATING AND CONVERSION COATINGS</p> <p>Normalizovaná směrnice pro přípravu slitin zinku litých pod tlakem pro elektrolytické pokovování a konverzní povlaky</p>
ASTM B253-11 (2022)	<p>STANDARD GUIDE FOR PREPARATION OF ALUMINUM ALLOYS FOR ELECTROPLATING</p> <p>Normalizovaná směrnice pro přípravu hliníkových slitin pro elektrolytické pokovování</p>
ASTM B254-92 (2020)e1	<p>STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF AND ELECTROPLATING ON STAINLESS STEEL</p> <p>Normalizovaný postup pro přípravu a elektrolytické pokovování na antikorozi oceli</p>
ASTM B281-88 (2019)e1	<p>STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF COPPER AND COPPER-BASE ALLOYS FOR ELECTROPLATING AND CONVERSION COATINGS</p> <p>Normalizovaný postup pro přípravu mědi a slitin na bázi mědi pro elektrolytické pokovování a konverzní povlaky</p>
ASTM B320-60 (2019)	<p>STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF IRON CASTINGS FOR ELECTROPLATING</p> <p>Normalizovaný postup pro přípravu litinových odlitků pro elektrolytické pokovování</p>
ASTM B322-99 (2020)e1	<p>STANDARD GUIDE FOR CLEANING METALS PRIOR TO ELECTROPLATING</p> <p>Normalizovaná směrnice pro čištění kovů před elektrolytickým pokovováním</p>

ASTM B343-92a (2020)	<p>STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF NICKEL FOR ELECTROPLATING WITH NICKEL</p> <p>Normalizovaný postup pro přípravu niklu k elektrolytickému pokovování niklem</p>
ASTM B368-21 (2021)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR COPPER-ACCELERATED ACETIC ACID SALT SPRAY (FOG) TESTING (CASS TEST)</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro zkoušení solnou mlhou akcelerovanou kyselinou octovou s mědí (CASS Test)</p>
ASTM B380-97 (2023)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR CORROSION TESTING OF DECORATIVE ELECTRODEPOSITED COATINGS BY THE CORRODKOTE PROCEDURE</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro korozní zkoušku dekorativních elektrolyticky vyloučených povlaků postupem Corrodokote</p>
ASTM B456-17 (2022)	<p>STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED COATINGS OF COPPER PLUS NICKEL PLUS CHROMIUM AND NICKEL PLUS CHROMIUM</p> <p>Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vylučované povlaky měď-nikl-chrom a nikl-chrom</p>
ASTM B481-68 (2019)	<p>STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF TITANIUM AND TITANIUM ALLOYS FOR ELECTROPLATING</p> <p>Normalizovaný postup přípravy titanu a slitin titanu pro elektrolytické pokovování</p>
ASTM B487-20 (2020)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF METAL AND OXIDE COATING THICKNESS BY MICROSCOPICAL EXAMINATION OF CROSS SECTION</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro měření tloušťky kovových a oxidových povlaků mikroskopickou prohlídkou příčného řezu</p>
ASTM B488-18 (2018)	<p>STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED COATINGS OF GOLD FOR ENGINEERING USES</p> <p>Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené povlaky zlata pro technické účely</p>

ASTM B489-85 (2023)	<p>STANDARD PRACTICE FOR BEND TEST FOR DUCTILITY OF ELECTRODEPOSITED AND AUTOCATALYTICALLY DEPOSITED METAL COATINGS ON METALS</p> <p>Normalizovaný postup pro zkoušku tvárnosti ohybem elektrolyticky a autokatalyticky vyloučených kovových povlaků na kovech</p>
ASTM B499-09 (2021)e1	<p>STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF COATING THICKNESSES BY THE MAGNETIC METHOD: NONMAGNETIC COATINGS ON MAGNETIC BASIS METALS</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro měření tloušťky povlaku magnetickou metodou: Nemagnetické povlaky na magnetických kovových podkladech</p>
ASTM B504-90 (2023)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF THICKNESS OF METALLIC COATINGS BY THE COULOMETRIC METHOD</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro měření tloušťky kovových povlaků Coulometrickou metodou</p>
ASTM B530-09 (2021)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF COATING THICKNESSES BY THE MAGNETIC METHOD ELECTRODEPOSITED NICKEL COATINGS ON MAGNETIC AND NONMAGNETIC SUBSTRATES</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro měření tloušťky elektrolyticky vyloučených povlaků niklu na magnetických a nemagnetických podkladech magnetickou metodou</p>
ASTM B545-22 (2022)	<p>STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED COATINGS OF TIN</p> <p>Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené povlaky cínu</p>
ASTM B556-90 (2018)	<p>STANDARD GUIDE FOR MEASUREMENT OF THIN CHROMIUM COATINGS BY SPOT TEST</p> <p>Normalizovaná směrnice pro měření tenkých chromových povlaků kapkovou zkouškou</p>
ASTM B558-79 (2019)	<p>STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF NICKEL ALLOYS FOR ELECTROPLATING</p> <p>Normalizovaný postup pro přípravu niklových slitin pro elektrolytické pokovování</p>
ASTM B567-98 (2021)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF COATING THICKNESS BY THE BETA BACKSCATTER METHOD</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro měření tloušťky povlaků metodou zpětného odrazu paprsků beta</p>

ASTM B568-98 (2021)	STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF COATING THICKNESS BY X-RAY SPECTROMETRY Normalizovaná zkušební metoda pro měření tloušťky povlaků rentgenospektrometrickou metodou
ASTM B571-18 (2018)	STANDARD PRACTICE FOR QUALITATIVE ADHESION TESTING OF METALLIC COATINGS Normalizovaný postup pro kvalitativní zkoušení přilnavosti kovových povlaků
ASTM B578-21 (2021)	STANDARD TEST METHOD FOR MICROHARDNESS OF ELECTROPLATED COATINGS Normalizovaná zkušební metoda mikrotvrdosti elektrolyticky vyloučených povlaků
ASTM B605-22 (2022)	STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED COATINGS OF TIN-NICKEL ALLOY Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené povlaky slitiny cín-nikl
ASTM B630-88 (2021)	STANDARD PRACTICE FOR PREPARATION OF CHROMIUM FOR ELECTROPLATING WITH CHROMIUM Normalizovaný postup přípravy chromu pro elektrolytické pokovování chromem
ASTM B650-95 (2023)	STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED ENGINEERING CHROMIUM COATINGS ON FERROUS SUBSTRATES Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené chromové povlaky pro technické účely na železných podkladech
ASTM B659-90 (2021)	STANDARD GUIDE FOR MEASURING THICKNESS OF METALLIC AND INORGANIC COATINGS Normalizovaná směrnice pro měření tloušťky kovových a anorganických povlaků
ASTM B678-86 (2017)	STANDARD TEST METHOD FOR SOLDERABILITY OF METALLIC-COATED PRODUCTS Normalizovaná zkušební metoda pájitelnosti pokovovaných výrobků
ASTM B689-97 (2023)	STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTROPLATED ENGINEERING NICKEL COATINGS Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené niklové povlaky pro technické účely

ASTM B700-20 (2020)	<p>STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED COATINGS OF SILVER FOR ENGINEERING USE</p> <p>Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené stříbrné povlaky pro technické účely</p>
ASTM B735-16 (2022)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR POROSITY IN GOLD COATINGS ON METAL SUBSTRATES BY NITRIC ACID VAPOR</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pórovitosti zlatých povlaků na kovových podkladech parami kyseliny dusičné</p>
ASTM B748-90 (2021)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR MEASUREMENT OF THICKNESS OF METALLIC COATINGS BY MEASUREMENT OF CROSS SECTION WITH A SCANNING ELECTRON MICROSCOPE</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda měření tloušťky kovových povlaků na příčném řezu řádkovací elektronovou mikroskopií</p>
ASTM B764-04 (2021)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR SIMULTANEOUS THICKNESS AND ELECTRODE POTENTIAL DETERMINATION OF INDIVIDUAL LAYERS IN MULTILAYER NICKEL DEPOSIT (STEP TEST)</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pro souběžné stanovení tloušťky a elektrochemického potenciálu jednotlivých vrstev vícevrstvého povlaku niklu (STEP test)</p>
ASTM B765-03 (2018)	<p>STANDARD GUIDE FOR SELECTION OF POROSITY AND GROSS DEFECT TESTS FOR ELECTRODEPOSITS AND RELATED METALLIC COATINGS</p> <p>Normalizovaná směrnice pro výběr zkoušek pórovitosti a hrubých vad elektrolyticky vyloučených a obdobných kovových povlaků</p>
ASTM B766-23 (2023)	<p>STANDARD SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED COATINGS OF CADMIUM</p> <p>Normalizovaná specifikace pro elektrolyticky vyloučené povlaky kadmia</p>
ASTM B767-88 (2021)	<p>STANDARD GUIDE FOR DETERMINING MASS PER UNIT AREA OF ELECTRODEPOSITED AND RELATED COATINGS BY GRAVIMETRIC AND OTHER CHEMICAL ANALYSIS PROCEDURES</p> <p>Normalizovaná směrnice pro stanovení plošné hmotnosti elektrolytických a obdobných kovových povlaků gravimetricky a jinými chemickými analytickými postupy</p>

ASTM B798-95 (2020)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR POROSITY IN GOLD OR PALLADIUM COATINGS ON METAL SUBSTRATES BY GEL-BULK ELECTROGRAPHY</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pórovitosti zlatých nebo palladiových povlaků na kovových podkladech gelovou elektrografií</p>
ASTM B799-95 (2020)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR POROSITY IN GOLD AND PALLADIUM COATINGS BY SULFUROUS ACID /SULFUR-DIOXIDE VAPOR</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pórovitosti zlatých nebo palladiových povlaků na kovových podkladech parami kyseliny sírové - oxidu siřičitého</p>
ASTM B809-95 (2018)	<p>STANDARD TEST METHOD FOR POROSITY IN METALLIC COATINGS BY HUMID SULFUR VAPOR („FLOWERS-OF-SULFUR“)</p> <p>Normalizovaná zkušební metoda pórovitosti v kovových povlacích vlhkými parami síry („sírové květy“)</p>
ASTM B849-02 (2019)	<p>STANDARD SPECIFICATION FOR PRE-TREATMENTS OF IRON OR STEEL FOR REDUCING RISK OF HYDROGEN EMBRITTLEMENT</p> <p>Normalizovaná specifikace pro předúpravu železa nebo oceli pro snížení rizika vodíkové křehkosti</p>
ASTM B850-98 (2022)	<p>STANDARD GUIDE FOR POST-COATING TREATMENTS OF STEEL FOR REDUCING THE RISK OF HYDROGEN EMBRITTLEMENT</p> <p>Normalizovaná směrnice pro úpravu oceli po vyloučení povlaku pro snížení rizika vodíkové křehkosti</p>
ASTM B851-04 (2020)	<p>STANDARD SPECIFICATION FOR AUTOMATED CONTROLLED SHOT PEENING OF METALLIC ARTICLES PRIOR TO NICKEL, AUTOCATALYTIC NICKEL, OR CHROMIUM PLATING, OR AS FINAL FINISH</p> <p>Normalizovaná specifikace pro automaticky kontrolované zpevňování kovových předmětů kuličkováním před niklováním, autokatalytickým niklováním, nebo chromováním, nebo jako konečná úprava</p>
ASTM E376-19 (2019)	<p>STANDARD PRACTICE FOR MEASURING COATING THICKNESS BY MAGNETIC-FIELD OR EDDY-CURRENT (ELECTROMAGNETIC). TESTING METHODS</p> <p>Normalizovaný postup měření tloušťky magnetickým polem nebo vířivými proudy (elektromagneticky). Zkušební metody</p>

ASTM E527-23 (2023)	STANDARD PRACTICE FOR NUMBERING METALS AND ALLOYS IN THE UNIFIED NUMBERING SYSTEM (UNS) Normalizovaný postup číslování kovů a slitin v unifikovaném číselném systému (UNS)
ASTM E1004-17 (2017)	STANDARD TEST METHOD FOR DETERMINING ELECTRICAL CONDUCTIVITY USING THE ELECTROMAGNETIC (EDDY-CURRENT) METHOD Normalizovaná zkušební metoda pro stanovení elektrické vodivosti použitím elektromagnetické metody (vířivých proudů)
ASTM E1335-08 (2017)	STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINATION OF GOLD IN BULLION BY FIRE ASSAY CUPELLATION ANALYSIS Normalizované zkušební metody pro stanovení obsahu zlata ve slitku kupelační analýzou
ASTM E1417/E1417M-21e1 (2021)	STANDARD PRACTICE FOR LIQUID PENETRANT TESTING Normalizovaný postup zkoušení kapalinové penetrace
ASTM F22-13	STANDARD TEST METHOD FOR HYDROPHOBIC SURFACE FILMS BY THE WATER-BREAK TEST Normalizovaná zkušební metoda pro hydrofóbní povrchy zkouškou přetržením vodních filmů
ASTM F519-18 (2018)	STANDARD TEST METHOD FOR MECHANICAL HYDROGEN EMBRITTLEMENT EVALUATION OF PLATING/COATING PROCESSES AND SERVICE ENVIRONMENTS Normalizovaná zkušební metoda pro mechanické zkoušení vodíkové křehkosti z pokovovacích procesů a chemikálií pro údržbu
ASTM G5-14 (2021)	STANDARD REFERENCE TEST METHOD FOR MAKING POTENTIODYNAMIC ANODIC POLARIZATION MEASUREMENTS Normalizovaná referenční zkušební metoda pro tvorbu potenciodynamických anodických polarizačních měření
ASTM G59-23 (2023)	STANDARD TEST METHOD FOR CONDUCTING POTENTIODYNAMIC POLARIZATION RESISTANCE MEASUREMENTS Normalizovaná zkušební metoda pro vedení potenciodyna-mických měření polarizačního odporu
ASTM G85-19 (2019)	STANDARD PRACTICE FOR MODIFIED SALT SPRAY (FOG) TESTING Normalizovaný postup pro modifikované zkoušení solnou mlhou

ASTM G31-21 (2021)	STANDARD GUIDE FOR LABORATORY IMMERSION CORROSION TESTING OF METALS Normalizovaná směrnice pro laboratorní ponorové korozní zkoušení kovů
ČSN EN 248:2003	Zdravotně technické armatury - Všeobecné technické požadavky pro elektrolytické povlaky Ni-Cr (13 7203)
ČSN EN 573-3+A1:2023	Hliník a slitiny hliníku - Chemické složení a druhy tvářených výrobků - Část 3: Chemické složení a druhy výrobků (42 1401)
ČSN EN 1412:2017	Měď a slitiny mědi - Evropský systém číselného označování (42 1308)
ČSN EN 1706+A1:2022	Hliník a slitiny hliníku - Odlitky - Chemické složení a mechanické vlastnosti (42 1433)
ČSN EN 2133:2021	Letectví a kosmonautika - Kadmiování ocelí s pevností v tahu \leq 1450 MPa, mědi, slitin mědi a slitin niklu (31 8233)
ČSN EN 10088-1:2015	Korozivzdorné oceli - Část 1: Přehled korozivzdorných ocelí (42 0927)
ČSN EN 12472:2021	Metoda simulace opotřebení a koroze pro detekci uvolněného niklu z předmětů potažených ochranným povlakem (42 1657)
ČSN EN 60068-2-20:2009	Zkoušení vlivů prostředí - Část 2-20: Zkoušky - Zkouška T: Zkušební metody na pájitelnost a na odolnost proti teplu při pájení pro součástky s vývody (34 5791)
ČSN EN 60068-2-42:2004	Zkoušení vlivů prostředí - Část 2-42: Zkoušky - Zkouška Kc: Zkouška oxidem siřičitým pro kontakty a spoje (34 5791)
ČSN EN 60068-3-13:2016	Zkoušení vlivů prostředí - Část 3-13: Podpurná dokumentace a návod ke zkoušce T - Pájení (34 5791)
ČSN EN ISO 1456:2010	Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu, nikl-chrom, měď-nikl a měď-nikl-chrom (03 8513)
ČSN EN ISO 1463:2021	Kovové a oxidové povlaky - Měření tloušťky povlaku - Mikroskopická metoda (03 8189)
ČSN EN ISO 2064:2000	Kovové a jiné anorganické povlaky - Definice a dohody týkající se měření tloušťky (03 8155)
ČSN EN ISO 2080:2022	Kovové a jiné anorganické povlaky - Povrchové úpravy, kovové a jiné anorganické povlaky – Slovník (03 8006)
ČSN EN ISO 2081:2018	Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli (03 8511)

ČSN EN ISO 2082:2018	Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky kadmia s dodatečnou úpravou na železe nebo oceli (03 8509)
ČSN EN ISO 2177:2004	Kovové povlaky - Měření tloušťky povlaku - Coulometrická metoda anodickým rozpouštěním (03 8191)
ČSN EN ISO 2178:2017	Nemagnetické povlaky na magnetických podkladech - Měření tloušťky povlaku - Magnetická metoda (03 8181)
ČSN EN ISO 2179:1995	Elektrolyticky vyloučené povlaky slitiny cín-nikl – Specifikace a zkušební metody (03 8506)
ČSN EN ISO 2360:2018	Nevodivé povlaky na nemagnetických elektricky vodivých podkladech - Měření tloušťky povlaku - Metoda vířivých proudů využívající změn amplitudy (03 8185)
ČSN EN ISO 2819:2018	Kovové povlaky na kovových podkladech – Elektrolyticky a chemicky vyloučené povlaky – Přehled metod pro zkoušení přilnavosti (03 8165)
ČSN EN ISO 3497:2002	Kovové povlaky - Měření tloušťky povlaku - Rentgenospektro-metrické metody (03 8183)
ČSN EN ISO 3543:2001	Kovové a nekovové povlaky - Měření tloušťky - Metoda zpětného rozptylu záření beta (03 8184)
ČSN EN ISO 3613:2022	Kovové a jiné anorganické povlaky - Chromátové konverzní povlaky na zinku, kadmiu, slitinách hliník-zinek a slitinách zinek-hliník - Metody zkoušení (03 8631)
ČSN EN ISO 3868:1997	Kovové a jiné anorganické povlaky - Měření tloušťky povlaku - Metoda mnohosvazkové interferometrie podle Fizeaua (03 8186)
ČSN EN ISO 3882:2003	Kovové a jiné anorganické povlaky - Přehled metod měření tloušťky (03 8180)
ČSN EN ISO 3892:2002	Konverzní povlaky na kovových materiálech - Stanovení plošné hmotnosti povlaku - Vážkové metody (03 8632)
ČSN EN ISO 21920-3:2022	Geometrické specifikace produktu (GPS) - Struktura povrchu: Profil – Část 3: Operátory specifikací (014457)
ČSN EN ISO 4516:2003	Kovové a obdobné povlaky - Zkoušky mikrotvrlosti podle Vickerse a podle Knoop (03 8159)
ČSN EN ISO 4518:2021	Kovové povlaky - Měření tloušťky povlaku - Profilometrická metoda (03 8170)
ČSN EN ISO 4519:1994	Elektrolyticky vyloučené kovové povlaky a obdobné úpravy – Statistické přejímky srovnáváním (03 8150)

ČSN EN ISO 4521:2009	Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky stříbra a slitin stříbra pro technické účely - Specifikace a metody zkoušek (03 8516)
ČSN EN ISO 4524-3:2022	Kovové povlaky - Zkušební metody pro elektrolyticky vyloučené povlaky zlata a jeho slitin - Část 3: Elektrografické zkoušky pórovitosti (03 8519)
ČSN EN ISO 4526:2005	Kovové povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu pro technické účely (03 8512)
ČSN EN ISO 4527:2004	Kovové povlaky - Autokatalytické (bezproudově vyloučené) povlaky nikl-fosfor - Specifikace a metody zkoušení (03 8541)
ČSN EN ISO 6158:2019	Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky chromu pro technické účely (03 8508)
ČSN EN ISO 8401:2017	Kovové povlaky - Přehled metod měření tvárnosti (03 8161)
ČSN EN ISO 9220:2022	Kovové povlaky - Měření tloušťky povlaku - Metoda rastrovacím elektronovým mikroskopem (03 8187)
ČSN EN ISO 9223:2012	Koroze kovů a slitin - Korozní agresivita atmosfér - Klasifikace, stanovení a odhad (03 8203)
ČSN EN ISO 9227:2023	Korozní zkoušky v umělých atmosférách - Zkoušky solnou mlhou (03 8132)
ČSN EN ISO 10111:2019	Kovové a jiné anorganické povlaky - Měření plošné hmotnosti - Přehled gravimetrických a chemických analytických metod (03 8188)
ČSN EN ISO 10289:2001	Metody korozních zkoušek kovových a jiných anorganických povlaků na kovových podkladech - Hodnocení vzorků a výrobků podrobených korozním zkouškám (03 8151)
ČSN EN ISO 10308:2006	Kovové povlaky - Přehled zkoušek pórovitosti (03 8154)
ČSN EN ISO 10309:1997	Kovové povlaky - Zkoušení pórovitosti – Ferroxylová zkouška (03 8147)
ČSN EN ISO 12687:1999	Kovové povlaky - Zkoušky pórovitosti - Zkouška vlhkou sírou (sirným květem) (03 8148)
ČSN EN ISO 14647:2017	Kovové povlaky – Stanovení pórovitosti povlaků zlata na kovových podkladech – Zkouška parami kyseliny dusičné (03 8520)
ČSN EN ISO 15720:2001	Kovové povlaky - Zkoušky pórovitosti - Pórovitost zlatých nebo palladiových povlaků na kovových podkladech gelovou elektrografií (03 8502)

ČSN EN ISO 15721:2001	Kovové povlaky - Zkoušky pórovitosti - Pórovitost zlatých nebo palladiových povlaků parami kyseliny siřičité a oxidu siřičitého (03 8501)
ČSN EN ISO 16348:2003	Kovové a jiné anorganické povlaky - Definice a dohody týkající se vzhledu (03 8103)
ČSN EN ISO 19598:2017	Kovové povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku a slitin zinku na železe nebo oceli s dodatečnou úpravou bez použití šestimocného chromu (03 8521)
ČSN EN ISO 22479	Koroze kovů a slitin - Zkouška oxidem siřičitým ve vlhké atmosféře (s určitým objemem plynu) (03 8130)
ČSN EN ISO 27874:2009	Kovové a jiné anorganické povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky zlata a slitin zlata pro elektrotechnické, elektronické a technické účely - Specifikace a metody zkoušek (03 8518)
ČSN IEC 68-2-49:1992	Elektrotechnické a elektronické výrobky - Základní zkoušky vlivu vnějších činitelů prostředí - Část 2-49: Návod ke zkoušce Kc: Zkouška oxidem siřičitým pro kontakty a spoje (34 5791)
ČSN ISO 2093:1995	Elektrolyticky vyloučené povlaky cínu - Specifikace a zkušební metody (03 8515)
ČSN ISO 2361: 1994/ Z1:1995	Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu na magnetických a nemagnetických podkladech - Měření tloušťky povlaku - Magnetická metoda (03 8182)
ČSN ISO 2859-1:2000/ Amd.1:2013	Statistické přejímky srovnáváním - Část 1: Přejímací plány AQL pro kontrolu každé dávky v sérii (01 0261)
ČSN ISO 4520:1992	Ochrana proti korozi - Chromátové konverzní povlaky na zinku a kadmium - Technické požadavky (03 8630)
ČSN ISO 4524-6:1993/ Z1:1995	Kovové povlaky - Zkušební metody pro elektrolyticky vyloučené povlaky zlata a jeho slitin - Část 6: Stanovení přítomnosti zbytkového množství solí (03 8519)
ČSN ISO 4525:2004	Kovové povlaky - Elektrolyticky vyloučené povlaky nikl-chrom na plastech (03 8531)
ČSN ISO 4539:1995	Elektrolyticky vyloučené povlaky chromu - Elektrolytická korozní zkouška (Zkouška EC) (03 8141)
ČSN ISO 4541:1994/ Z1:1995	Kovové a jiné anorganické povlaky - Korozní zkouška Corrodokote (Zkouška CORR) (03 8142)
ISO 9587:2007	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - PRETREATMENT OF IRON OR STEEL TO REDUCE THE RISK OF HYDROGEN EMBRITTLEMENT Kovové a jiné anorganické povlaky - Předúprava železa nebo oceli ke snížení rizika vodíkové křehkosti

ISO 9588:2007	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - POST-COATING TREATMENTS OF IRON OR STEEL TO REDUCE THE RISK OF HYDROGEN EMBRITTEMENT Kovové a jiné anorganické povlaky - Úpravy železa nebo oceli po pokovení pro snížení nebezpečí vodíkové křehkosti
MIL-C-20218F NOT 2 (2020)	CHROMIUM PLATING - ELECTRODEPOSITED - POROUS Chromování - Elektrolytické - Porézní
MIL-DTL-5002E NOT 2 (2021)	SURFACE TREATMENTS AND INORGANIC COATINGS FOR METAL SURFACES OF WEAPONS SYSTEMS Požadavky na povrch a anorganické povlaky pro kovové povrchy zbraňových systémů
MIL-DTL-14538D DRAFT 1 (2016)	CHROMIUM PLATING - BLACK (ELECTRODEPOSITED) Chromování - Černé (elektrolyticky)
MIL-DTL-23422F	CHROMIUM PLATING - ELECTRODEPOSITED Chromování - Elektrolytické
MIL-DTL-45204D NOT 2 (2018)	GOLD PLATING - ELECTRODEPOSITED Zlacení - Elektrolytické
MIL-HDBK-808 NOT 1 (2018)	FINISH - PROTECTIVE AND CODES FOR FINISHING SCHEMES FOR GROUND AND GROUND SUPPORT EQUIPMENT (MIL-STD-808) Konečná úprava - Ochrana a kódy pro schémata konečné úpravy pro základní a doplňkovou výstroj
MIL-HDBK-1587 NOT 1 (2017)	MATERIALS AND PROCESS REQUIREMENTS FOR AIR FORCE WEAPON SYSTEMS Požadavky na materiály a jejich zpracování pro letecké zbraňové systémy
MIL-P-18317 NOT 1 (2020)	PLATING - BLACK NICKEL (ELECTRODEPOSITED) ON BRASS, BRONZE OR STEEL Pokovování - Černý nikl (elektrolyticky vyloučený) na mosazi, bronzi nebo oceli
MIL-STD-186F NOT 2	PROTECTIVE FINISHING FOR ARMY MISSILE WEAPON SYSTEMS Ochranné povrchové úpravy pro vojenské raketové zbraňové systémy
MIL-STD-1501F (2011)	CHROMIUM PLATING, LOW EMBRITTEMENT, ELECTRODEPOSITION Chromování, s nízkou křehkostí, elektrolytické

MIL-STD-1916 NOT 2 (2014)	DOD PREFERRED METHODS FOR ACCEPTANCE OF PRODUCT Preferované metody pro přejímku výrobku
MIL-STD-7179B (2019)	FINISHES, COATINGS, AND SEALANTS, FOR THE PROTECTION OF AEROSPACE WEAPONS SYSTEMS Povrchové úpravy, povlaky a utěšňovací prostředky pro ochranu leteckých zbraňových systémů
SAE AIR 4160B	ALTERNATIVES TO CADMIUM PLATING Alternativy kadmiování
SAE AIR 5919B	ALTERNATIVES TO CADMIUM PLATING Alternativy kadmiování
SAE AMS 2400Y	PLATING, CADMIUM Kadmiování, elektrolytické
SAE AMS 2401K	PLATING, CADMIUM, LOW HYDROGEN CONTENT DEPOSIT Kadmiování, elektrolytické, povlak s nízkým obsahem vodíku
SAE AMS 2402L	PLATING, ZINC Zinkování, elektrolytické
SAE AMS 2403R	PLATING, NICKEL, GENERAL PURPOSE Niklování, elektrolytické, pro technické účely
SAE AMS 2404J	PLATING, ELECTROLESS NICKEL Niklování, bezproudové
SAE AMS 2405E	ELECTROLESS NICKEL PLATING LOW PHOSPHORUS Besproudové niklování, s nízkým fosforem
SAE AMS 2406R	PLATING CHROMIUM, HARD DEPOSIT Chromování, tvrdý povlak
SAE AMS 2407F	PLATING CHROMIUM, POROUS Chromování, porézní
SAE AMS 2408K	PLATING, TIN Cínování, elektrolytické
SAE AMS 2410L	PLATING, SILVER, NICKEL STRIKE, HIGH BAKE Stříbření, elektrolytické, na niklovém tenkém základním povlaku, vysokoteplotní úprava
SAE AMS 2411J	PLATING, SILVER FOR HIGH TEMPERATURE APPLICATIONS Stříbření, elektrolytické, pro vysokoteplotní aplikace

SAE AMS 2412L	PLATING, SILVER COPPER STRIKE, LOW BAKE Stříbření, elektrolytické, na měděném tenkém základním povlaku, nízkoteplotní úprava
SAE AMS 2413F	PLATING, SILVER-RHODIUM Elektrolytické vylučování povlaku stříbro-rhodium
SAE AMS 2414G	PLATING, LEAD Olovění, elektrolytické
SAE AMS 2417K	PLATING, ZINC-NICKEL ALLOY Elektrolytické vylučování slitinového povlaku zinek-nikl
SAE AMS 2418K	PLATING, COPPER Mědění, elektrolytické
SAE AMS 2419E	PLATING, CADMIUM-TITANIUM Pokovování, kadmium-titan
SAE AMS 2420F	PLATING OF ALUMINUM FOR SOLDERABILITY, ZINC IMMERSION PRE-TREATMENT PROCESS Pokovování hliníku pro pájitelnost, předúprava ponorovým zinkováním
SAE AMS 2422F	PLATING, GOLD Zlacení, elektrolytické
SAE AMS 2423F	PLATING, NICKEL, HARD DEPOSIT Niklování, elektrolytické, tvrdý povlak
SAE AMS 2424G	PLATING, NICKEL LOW-STRESSED DEPOSIT Niklování, elektrolytické, povlak s nízkým pnutím
SAE AMS 2425F	PLATING, GOLD FOR THERMAL CONTROL Zlacení, elektrolytické, pro termální kontrolu
SAE AMS 2427D	ALUMINUM COATING ION VAPOR DEPOSITION Iontově napařované povlaky hliníku
SAE AMS 2434E	PLATING, TIN-ZINC ALLOY Elektrolytické vylučování slitinového povlaku cín-zinek
SAE AMS 2438F	PLATING CHROMIUM, THIN, HARD, DENSE DEPOSIT Chromování, elektrolytické, tenký, tvrdý a hutný povlak
SAE AMS 2440C	INSPECTION OF GROUND, CHROMIUM PLATED STEEL PARTS Kontrola podkladu, chromované ocelové části
SAE AMS 2451D	PLATING, BRUSH GENERAL REQUIREMENTS Povlakování elektrolytické, tampónové, základní požadavky

SAE AMS 2451/12A	PLATING, BRUSH, TIN Cínování, elektrolytické, tampónové
SAE AMS 2451/13A	PLATING, BRUSH, SILVER Stříbření, elektrolytické, tampónové
SAE AMS 2451/1B	PLATING, BRUSH, NICKEL GENERAL PURPOSE Niklování, elektrolytické, tampónové, pro technické účely
SAE AMS 2451/2B	PLATING, BRUSH, NICKEL LOW STRESS, HARD DEPOSIT Niklování, elektrolytické, tampónové, nízko napěťové, tvrdý povlak
SAE AMS 2451/3C	PLATING, BRUSH, NICKEL LOW STRESS, LOW-HARDNESS DEPOSIT Niklování, elektrolytické, tampónové, nízko napěťové, povlak s nízkou tvrdostí
SAE AMS 2451/4E	PLATING, BRUSH, CADMIUM CORROSION PROTECTIVE, LOW HYDROGEN EMBRITTLEMENT Kadmiování, elektrolytické, tampónové, protikorozní povlak s nízkou vodíkovou křehkostí
SAE AMS 2451/5C	PLATING, BRUSH, CHROMIUM, HARD DEPOSIT, TRIVALENT Chromování, elektrolytické, tampónové, trojmocné, tvrdý povlak
SAE AMS 2451/6B	PLATING, BRUSH, COPPER GENERAL PURPOSE Mědění, elektrolytické, tampónové, pro technické účely
SAE AMS 2451/7B	PLATING, BRUSH, NICKEL LOW STRESS, MEDIUM-HARDNESS DEPOSIT Niklování, elektrolytické, tampónové, nízkonapěťové, středně tvrdý povlak
SAE AMS 2451/8B	PLATING, BRUSH, NON-CYANIDE SILVER GENERAL PURPOSE Stříbření, elektrolytické, tampónové, nekyanidové, pro technické účely
SAE AMS 2644H	INSPECTION MATERIAL, PENETRANT (MIL-I-25135) Kontrola materiálu, penetrant
SAE AMS 2759/9E	HYDROGEN EMBRITTLEMENT RELIEF (BAKING) OF STEEL PARTS Snížení vodíkové křehkosti (tepelná úprava) ocelových částí

SAE AMS 3116A	PRIMER COATING; EPOXY, CHEMICAL AND SOLVENT RESISTANT, NON-CHROMATED, CORROSION PREVENTIVE Protikorozi základní nátěr, epoxidový, odolný vůči chemikáliím a rozpouštědlům, bez chromanů
SAE AMS 3138D	COATING MATERIALS, FLUOROCARBON (FKM) ELASTOMERIC Povlakové materiály, fluorouhlíkové, elastomerické
SAE AMS 3647D	POLYFLUOROETHYLENEPROPYLENE FILM AND SHEET Povlak a folie polyfluorethylenpropylenu
SAE AMS-C-26074D	ELECTROLESS NICKEL COATINGS Povlaky bezproudového (chemického) niklu
SAE AMS-C-81562A	COATINGS, CADMIUM, TIN-CADMIUM AND ZINC (MECHANICALLY DEPOSITED) Povlaky, kadmia, cín-kadmia a zinku (mechanicky nanesené)
SAE AMS-QQ-N-290D	NICKEL PLATING (ELECTRODEPOSITED) Niklování (elektrolytické)
SAE AMS-QQ-P-416G	PLATING, CADMIUM (ELECTRODEPOSITED) Kadmiování (elektrolytické)
SAE J 474	ELECTROPLATING AND RELATED FINISHES Elektrolytické pokovování a příbuzné konečné úpravy

4 Zpracovatel ČOS

Vojenský výzkumný ústav, s. p., Brno – Mgr. Eva Jančová. Změnu 1 zpracoval Vojenský výzkumný ústav, s.p., Brno – Mgr. Eva Jančová. Změnu 2 zpracoval Vojenský výzkumný ústav, s.p., Brno – Eva Jančová M.Sc., DESS.

5 Použité zkratky, značky a definice

Zkratka	Název v originálu	Český název
AČR		Armáda České republiky
AMS	Aerospace Material Specification	mezinárodní norma pro letecké aplikace
ASTM	American Society for Testing and Materials	americká společnost pro zkoušení a materiály
ČOS		český obranný standard
ČSN		česká technická norma
EN	European Standard (market standards)	evropská norma vydaná CEN

Zkratka	Název v originálu	Český název
ER		symbol pro označení tepelného zpracování pro odstranění vodíkové křehkosti
HRC		tvrdost podle Rockwella
HV		tvrdost podle Vickerse
IEC	International Electrotechnical Commission	norma vydaná International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization	norma vydaná International Organization for Standardization
K		kelvin – jednotka termodynamické teploty, 273,16-tá část termodynamické teploty trojného bodu vody; jednotka kelvin (K) se používá rovněž k vyjadřování teplotních intervalů nebo rozdílů
MIL	Military Standard	vojenský standard USA
MPa		megapascal, 1 megapascal = 1MPa = 10 ⁶ Pa; 1 Pa = 1 N . m ⁻²
NATO	North Atlantic Treaty Organization	Organizace Severoatlantické smlouvy
NSS	Neutral salt spray	neutrální solná mlha
Rm		největší hloubka prohlubní profilu drsnosti ISO 4287:1997 zavádí místo R _m označení R _v
Ra		průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu drsnosti
SAE	Engineering Society for Advancing Mobility Land, Sea, Air and Space	mezinárodní normy vydané SAE
SR		symbol pro označení tepelného zpracování pro odstranění vnitřního pnutí
STANAG Úř OSK SOJ	Standardization Agreement	standardizační dohoda NATO Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
μm		mikrometr, 1 mikrometr = 1 μm = 10 ⁻⁶ m

Zkratka	Název v originálu	Český název
TD		technická dokumentace
TP		technické podmínky
V		volt, 1 volt = 1 V; $10^{-3} \text{ V} = 1 \text{ milivolt} = 1 \text{ mV}$
% m/m		motnostní procenta
μm		mikrometr, 1 mikrometr = $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

Část 1

Elektrolyticky vylučované kovové povlaky

6 Všeobecné požadavky

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádí ČSN EN ISO 27830. Norma nestanovuje požadavky na stav, úpravu nebo drsnost povrchu podkladového kovu před nanesením povlaku.

Pro mezinárodní projekty se doporučuje využití specifikací v MIL-HDBK-808, MIL-STD-1568, MIL-HDBK-1587 nebo MIL-STD-7179.

Pro přípravu povlaků optimální kvality musí odběratel dodavateli poskytnout základní a doplňující informace.

6.1 Základní informace, které musí odběratel dodavateli specifikovat

V objednávce nebo ve smlouvě na předmětné dodávky výrobků je třeba uvést:

- a) označení požadovaného povlaku (podle čl. 6.3) a normy povlaku a podkladového kovu;
- b) požadavky na tepelné zpracování před a po elektrolytickém vylučování (podle čl. 6.4 a čl. 6.5.3);
- c) vymezení funkčního povrchu vyznačením na výkresech aj.;
- d) druh, stav a úpravu podkladového kovu, jestliže ovlivňuje funkčnost nebo vzhled povlaku (podle čl. 6.4);
- e) vyznačení míst na povrchu s nevyhnutelnými vadami (stopy po závěsu, dotyku aj.);
- f) požadavky na mezivrstvy (podle čl. 6.4.3);
- g) požadavky na povlak (podle čl. 6.5):
 - minimální požadovanou tloušťku povlaku;
 - typ povlaku (lesk, matnost, saténování, s nízkým vnitřním pnutím apod.);
 - požadovanou konečnou úpravu (bez dalšího opracování, leštění, impregnace aj.);
- h) specifikace norem pro hodnocení požadovaných znaků kvality (tloušťka, přilnavost, pórovitost, korozní zkoušky aj.);
- i) způsoby přejímky, kontrolní úrovně nebo další požadované kontroly odlišné od požadavků ČSN EN ISO 4519 a ČSN ISO 2859-1.

6.2 Doplňující informace pro dodavatele

- a) zvláštní požadavky nebo omezení týkající se přípravy povrchu, který má být pokoven;
- b) zvláštní požadavky na opravu výrobků zamítnutých při přejímce;
- c) zvláštní požadavky, které závisejí na tvaru nebo způsobu výroby součástky, tolerance;
- d) další zvláštní požadavky na např.:

- minimální obsah kovu (např. stříbra, zlata aj.) v povlaku a údaje o jakýchkoli zamýšlených slitinových prvcích;
- protikorozní odolnost;
- elektrické vlastnosti povlaku a doporučené zkušební metody;
- mikrotvrdotost povlaku a doporučenou zkušební metodu podle ČSN EN ISO 4516 nebo ASTM B578;
- dodatečnou ochranu povlaku, typ této ochrany a doporučené zkušební metody;
- pájitelnost povlaku a doporučenou zkušební metodu;
- požadavky na čistotu povrchu finálních výrobků.

6.3 Označení povlaku

Pro označení požadovaného druhu a typu povlaku na podkladovém kovovém materiálu a dodatečných úprav povlaku se používají smluvní symboly a kódy uvedené v ČSN EN ISO 27830 (viz tabulky 1 až 6).

TABULKA 1 – Symboly pro označení podkladových materiálů

Symbol podkladového materiálu	Popis
Fe	Železo nebo ocel
Zn	Zinek nebo slitiny zinku
Cu	Měď nebo slitiny mědi
Al	Hliník nebo slitiny hliníku
Mg	Hořčík nebo slitiny hořčíku
PL	Pokovitelné plasty

TABULKA 2 – Symboly pro označení požadovaného povlaku

Symbol povlaku	Popis	Symbol povlaku	Popis
Ag	Stříbro a slitiny stříbra	Pb	Olovo
Au	Zlato a slitiny zlata	Pd	Palladium
AuAg	Slitiny zlato-stříbro	PdNi	Slitiny palladium-nikl
AuNi	Slitiny zlato-nikl	Sn	Cín
Cu	Měď	SnNi	Slitiny cín-nikl
Cd	Kadmium	SnPb	Slitiny cín-olovo
Cr	Chrom	Zn	Zinek
Ni	Nikl	ZnNi	Slitiny zinek-nikl
NiCo	Slitiny nikl-kobalt	ZnCo	Slitiny zinek-kobalt
NiP	Slitiny nikl-fosfor	ZnFe	Slitiny zinek-železo

TABULKA 3 – Symboly pro obvykle používané mezivrstvy

Symbol mezivrstvy	Popis
Cu	Měď
Ni	Nikl
Cu plus Ni	Měď a nikl
Pd	Palladium
PdNi	Slitiny palladium-nikl
PdCo	Slitiny palladium-kobalt

TABULKA 4 – Symboly pro označení různých typů povlaků

Symbol typu povlaku *)	Popis (podle mezinárodních norem)
a	Tažný vyrovnávací měděný povlak (ISO 1456 a ISO 4525)
b	Elektrolyticky vyloučený lesklý povlak (ISO 1456 a ISO 4525)
p	Matný nebo pololesklý elektrolyticky vyloučený niklový povlak, mechanicky leštěný (ISO 1456)
s	Matný, pololesklý nebo saténový niklový povlak, mechanicky neleštěný (ISO 1456 a ISO 4525)
d	Dvouvrstvý nebo třívrstvý niklový povlak (ISO 1456 a ISO 4525)
r	Obyčejný chromový povlak (ISO 1456 a ISO 4525)
mc	Mikrotrhlinkový chromový povlak (ISO 1456 a ISO 4525)
mp	Mikroporézní chromový povlak (ISO 1456 a ISO 4525)
hr	Obyčejný tvrdý chromový povlak (ISO 6158)
hm	Tvrdý chromový povlak z lázni se směsným katalyzátorem (ISO 6158)
hc	Mikrotrhlinkový tvrdý chromový povlak (ISO 6158)
hp	Mikroporézní tvrdý chromový povlak (ISO 6158)
hd	Duplexní chromový povlak (ISO 6158)
hs	Zvláštní typy chromových povlaků (ISO 6158)
sf	Povlak bez síry (ISO 4526)
sc	Povlak s obsahem síry (ISO 4526)
pd	Niklový povlak bez síry, obsahující částice rozptýlené v niklové matici (ISO 4526)
POZNÁMKA: *) Symboly se píšou vždy s malými písmeny.	

TABULKA 5 – Kódová označení dodatečných úprav povlaků (ISO 2081)

Kód	Dodatečné úpravy
T1	Nanesení nátěrových hmot (vč. práškových) nebo obdobných materiálů
T2	Impregnace anorganickými nebo organickými těsnícími prostředky
T3	Nanesení organického barviva
T4	Impregnace vazelinou, olejem nebo jinými mazivy
T5	Impregnace voskem

TABULKA 6 – Kódová označení chromátových konverzních povlaků (ISO 2081)

Typ chromátového konverzního povlaku	
Kód	Popis
A	Bezbarvý
B	Odbarvený
C	Duhový
D	Neprůhledný
F	Černý

Tloušťka elektrolyticky vyloučených povlaků se volí s ohledem na náročnost provozních podmínek (viz tab. 7), kterým musí povlak odolat vzhledem k typu okolní atmosféry a na funkci povlaku.

TABULKA 7 – Provozní podmínky dle ČSN EN ISO 27830

Stupeň provozních podmínek	Náročnost provozních podmínek
0	Ryze dekorativní použití
1	Provoz v budovách v teplé a suché atmosféře
2	Provoz v budovách s možným výskytem kondenzace
3	Provoz na venkovní atmosféře v typických podmínkách mírného klimatu
4	Provoz na venkovní atmosféře ve zvlášť korozně agresivních podmínkách, např. v přímořské nebo průmyslové atmosféře

6.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Na funkčním povrchu nesmí být viditelné důlky, trhliny, puchýře, odlupování, nárůstky, ani žádné jiné vady, které nepříznivě ovlivňují konečnou povrchovou úpravu.

Úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku specifikují normy ASTM B183, ASTM B242, ASTM B252, ASTM B253, ASTM B254, ASTM B281, ASTM B320, ASTM B322, ASTM B343, ASTM B481, ASTM B558, ASTM B630, ASTM B851

a MIL-DTL-5002. Doporučené hodnoty drsnosti broušeného, leštěného a omílaného povrchu pro dekorativní ochranné povlaky vyloučené elektrolyticky uvádí tabulka 8.

TABULKA 8 – Doporučené hodnoty drsnosti povrchu

Tloušťka povlaku [μm]	R_a [μm]	Poměr $R_m : R_a$
10	0,2	≤ 10
10 – 20	0,4	≤ 10
> 20	0,8	≤ 10

Tepelné zpracování vyžadují ocelové součásti intenzivně tvářené za studena, součásti s mezí pevnosti v tahu nad 1 050 MPa s tvrdostí < 34 HRC (s přihlédnutím ke specifické technologii tepelného zpracování a kvality základního materiálu) a povrchově vytvrzené součásti. S výjimkou povrchově vytvrzených částí se podmínky tepelného zpracování volí podle specifikované maximální meze pevnosti v tahu (viz tabulka 9).

TABULKA 9 – Kategorie ocelí podle meze pevnosti

Minimální meze pevnosti oceli v tahu $R_{m \text{ min.}}$ [MPa]	Odpovídající maximální meze pevnosti oceli v tahu $R_{m \text{ max.}}$ [MPa]
$R_{m \text{ min.}} \leq 1000$	$R_{m \text{ max.}} \leq 1050$
$1000 < R_{m \text{ min.}} \leq 1400$	$1050 < R_{m \text{ max.}} \leq 1450$
$1400 < R_{m \text{ min.}} \leq 1750$	$1450 < R_{m \text{ max.}} \leq 1800$
$1750 < R_{m \text{ min.}}$	$1800 < R_{m \text{ max.}}$
POZNÁMKA: mohou se použít i jiné podmínky, pokud se mohou projevit jako účinné.	

6.4.1 Uvolnění vnitřního pnutí¹ před elektrolytickým vylučováním

Tepelné zpracování se provádí před zahájením přípravných operací nebo čištěním vodnými roztoky. Podmínky tepelného zpracování uvádí tabulka 10. Uvedené tepelné zpracování by mohlo zhoršit vlastnosti některých ocelí (např. povrchově vytvrzovaných), proto se u nich vnitřní pnutí musí uvolnit tepelným zpracováním při nižší teplotě, např. v rozmezí 130 °C až 150 °C po dobu nejméně 5 hodin. Pokud je přijatelné snížení tvrdosti povrchu, mohou se části tepelně zpracovávat kratší dobu při vyšších teplotách.

Jestliže je tepelné zpracování prováděno po kuličkování nebo jiném tváření za studena, nesmí teplota překročit 220 °C.

U neželezných kovů se tepelné zpracování pro uvolnění vnitřního pnutí obvykle nepožaduje.

¹ V některých překladem převzatých ČSN EN a ČSN ISO je termín „vnitřní pnutí“ nahrazen termínem „vnitřní napětí“.

TABULKA 10 – Podmínky tepelného zpracování pro uvolnění vnitřního prnutí

Specifikovaná maximální mez pevnosti oceli v tahu $R_{m \max.}$ [MPa]	Teplota [°C]	Doba [h]
$R_{m \max.} \leq 1050$	Nepožaduje se	–
$1050 < R_{m \max.} \leq 1450$	190 až 220	1
$1450 < R_{m \max.} \leq 1800$	190 až 220	18
$1800 < R_{m \max.}$	190 až 220	24
POZNÁMKA: mohou se použít i jiné podmínky, pokud se mohou projevit jako účinné.		

6.4.2 Kuličkování

Používá se pro zvýšení meze únavy podkladového kovu. Požadavky na intenzitu kuličkování a metodu měření efektu kuličkování specifikují ČSN EN ISO 6158, ČSN EN ISO 4526, ISO 12686, MIL-HDBK-808 a ASTM B851.

6.4.3 Požadavky na mezivrstvy

U některých typů povlaků jsou mezivrstvy požadovány pro:

- zabránění tvorby intermetalických sloučenin,
- zajištění dobré pájitelnosti,
- zlepšení přilnavosti,
- zlepšení ochrany proti korozi.

Označování mezivrstev je uvedeno dále u jednotlivých povlaků.

6.5 Požadavky na povlak

6.5.1 Vzhled

Funkční povrch povlaků musí být hladký a stejnoměrný. Barevný odstín a lesk povrchu musí odpovídat požadavku normativního dokumentu, podle kterého se povlak vylučuje, pokud nejsou s odběratelem dohodnuty jiné vlastnosti.

Na povlacích jsou nepřipustné viditelné vady, jako jsou puchýře, důlky, drsná místa, trhliny, nepokovená místa, odlupování, nárůstky, skvrny a jiné defekty a nerovnoměrnosti zbarvení.

6.5.2 Další znaky kvality povlaku

Požadavky na tloušťku, tvrdost, přilnavost, pórovitost, pájitelnost, korozní odolnost aj. jsou specifikovány u jednotlivých elektrolyticky vylučovaných povlaků a jejich typů, kde jsou uvedeny i metodiky a požadované parametry hodnocení.

6.5.3 Tepelné zpracování po elektrolytickém vylučování

Označování tepelných úprav uvádí ČSN EN ISO 27830 a SAE AMS 2759/9.

6.5.3.1 Tepelné zpracování pro snížení vodíkové křehkosti

Podmínky tepelného zpracování ocelí pro odstranění vodíkové křehkosti² po elektrolytickém vylučování jsou uvedeny v tabulce 11. Tepelné zpracování se musí provádět co nejdříve, nejpozději do 4 hodin po elektrolytickém pokovení.

Po dohodě s odběratelem se mohou použít i jiné teploty a doby tepelného zpracování, pokud se mohou projevit jako účinné, teplota však nesmí překročit teplotu popouštění³ těchto částí.

Povrchově vytvrzené části, zejména cementované, se tepelně zpracovávají po dobu nejméně dvou hodin v rozmezí teplot 190 °C až 220 °C.

TABULKA 11 – Podmínky tepelného zpracování ocelí po elektrolytickém vylučování

Specifikovaná maximální mez pevnosti oceli v tahu $R_{m \max.}$ [MPa]	Teplota [°C]	Doba [h]
$R_{m \max.} \leq 1050$	Nepožaduje se	–
$1050 < R_{m \max.} \leq 1450$	190 až 220	8
$1450 < R_{m \max.} \leq 1800$	190 až 220	18
$1800 < R_{m \max.}$	190 až 220	24

6.5.3.2 Tepelné zpracování hliníku a slitin hliníku pro zlepšení přilnavosti

Ohřev může mít nepříznivý vliv na mechanické vlastnosti některých slitin hliníku. Pokud se požaduje zlepšení přilnavosti povlaku a tepelné zpracování je proveditelné, pokovený výrobek se zahřeje rychlostí 2 K·min⁻¹ až 3 K·min⁻¹ na teplotu 130 °C až 140 °C, pouze u součástí uměle stárnutých při teplotách vyšších než 140 °C. Tato teplota se udržuje po dobu nejméně 2 a nejvíce 3 hodin.

6.5.4 Konečná úprava povlaku

Dodatečné úpravy povlaku konverzními povlaky resp. jinými dodatečnými úpravami, musí být specifikovány v souladu s příslušnou normou. Označování úprav uvádějí tab. 5 a 6.

6.6 Konstrukční a technologické zásady při elektrolytickém pokovování

Ostré hrany a rohy jsou pro elektrolytické pokovování nevhodné (čím je poloměr zaoblení větší, tím je povlak rovnoměrnější). Vypouklé plochy jsou pro pokovování příznivější než rovné nebo vyduté. Zcela nevhodné jsou ostré výstupky a dutiny, především při pokovování na závěsu. Součásti s kapilárními štěrbinami nejsou pro elektrolytické a chemické úpravy vhodné.

² Nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti je i po moření v kyselinách pro odstranění oxidů, nečistot apod., zejména u ocelí s tvrdostí vyšší než 35 HRC, respektive ocelí termálně kalených s výslednou bainitickou strukturou (SAE AMS 2759/9).

³ Rozumí se popouštění zejména po předchozím kalení ocelí.

Jestliže se mají na závěsech pokovovat díly s dutinami a nelze-li zajistit takový způsob jejich zavěšení a manipulace s nimi, aby nedocházelo k vynášení lázně v dutinách nebo ke vzniku plynových polštářů u dna dutin, doporučuje se opatřit tato dna technologickým otvorem nejméně o průměru 4 mm.

Při volbě způsobu uchycení pokovovaných dílů na závěsu je třeba počítat s tím, že v místech zavěšení a přívodu elektrického proudu bude tloušťka minimální, popř. se povlak vůbec nevyloučí.

7 Elektrolyticky vyloučené povlaky cínu

7.1 Rozsah použití

Povlaky cínu, vyloučené elektrolyticky na kovových výrobcích, jsou určeny k ochraně proti korozi a pro usnadnění pájení součástí vojenské techniky. Polarita povlaku vůči oceli na atmosféře je slabě katodická. Povlaky cínu mohou být vyloučeny v matném nebo lesklém stavu, nebo mohou být nataveny po elektrolytickém vylučování.

Povlaky cínu jsou měkké. Je zapotřebí brát na vědomí, že cín je citlivý na poškození v abrazivním prostředí nebo v prostředí obsahujícím páry některých organických látek. V určitých venkovních podmínkách je možné očekávat korozi cínu, a proto lze pro dané provozní podmínky požadovat značně větší tloušťky povlaku, než je pro tyto podmínky stanoveno. Při expozici v obvyklých vnitřních podmínkách chrání cín většinu kovů s výjimkou míst nespojitostí a pórů povlaku (zejména na železných kovech).

Elektrolyticky vyloučené povlaky cínu mají sklon k samovolnému růstu kovových „whiskerů“ (nitkových krystalů), zejména u zatěžovaných povlaků. Pokud se možnost růstu whiskerů považuje za nežádoucí, doporučuje se povlaky natavit nebo použít povlaky slitiny cín-olovo. Růst whiskerů lze zpomalit použitím vhodných mezivrstev, např. niklu.

Povlaky velmi čistého cínu podléhají alotropickým přeměnám (na modifikaci α anebo šedý cín), pokud jsou vystaveny nízkým teplotám pod 0 °C. Pro tyto podmínky se doporučuje použít povlaky slitiny cín-olovo nebo jiné vhodné slitiny cínu.

Povlak cínu určený k použití ve styku s potravinami nemá obsahovat méně než 99,75 % (m/m) cínu a více než 0,2 % (m/m) olova.

7.2 Označování povlaku

7.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí podkladový kov, konkrétní slitina, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka elektrolyticky vyloučeného povlaku cínu a úpravy po vytvoření povlaku (např. tepelné zpracování pro snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí).

7.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova „Elektrolyticky vyloučený povlak“;
- označení příslušné normy, např. ČSN ISO 2093;
- pomlčku (–);

- chemickou značku podkladového kovu nebo hlavního kovu slitiny (viz tabulku 1) a normalizované označení;

POZNÁMKA 1 – Doporučuje se identifikovat konkrétní slitinu jejím normalizovaným označením (např. podle ČSN EN 573-3+A1, ČSN EN 1412, ČSN EN 1706+A1, ČSN EN 10088-1, ASTM E527), uvedeným po chemické značce základního kovu; lze např. uvést její označení UNS nebo národní či regionální ekvivalent, a to mezi znaky < >.

PŘÍKLAD 1 – Fe<G43400> je označení UNS pro vysokopevnostní ocel;

- lomítko (/);
- chemickou značku kovu mezivrstvy a číslo označující minimální tloušťku mezivrstvy v μm ; jestliže se mezivrstva nepožaduje, tato část se vynechává;
- lomítko (/);
- chemickou značku cínu, číslo označující minimální místní tloušťku cínu v μm a symbol pro úpravu povrchu cínu:
 - m – matný,
 - b – lesklý,
 - f – natavený povlak.

7.2.3 Označení podkladového kovu

Podkladový kov se musí označit svou chemickou značkou, u slitiny chemickou značkou její hlavní složky (viz tabulku 1).

POZNÁMKA 2 – K zajištění vhodné přípravy povrchu, tedy i přilnavosti povlaku k podkladu, je důležité identifikovat konkrétní slitinu a její metalurgický stav (popouštěná, nitrídaná atd.).

7.2.4 Označení požadavků na tepelné zpracování

Pokud je tepelné zpracování předepsáno, musí požadavky na ně být obsaženy v označení. Označení požadavků na tepelné zpracování se uvádí takto:

- a) písmeny:
 - SR pro tepelné zpracování k odstranění pnutí;
 - ER pro tepelné zpracování ke snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí;
 - HT pro tepelné zpracování k jiným účelům;
- b) v kulatých závorkách se uvede minimální teplota ve stupních Celsia;
- c) doba tepelného zpracování v hodinách.

PŘÍKLAD 2 – SR(210)1 označuje tepelné zpracování k odstranění pnutí, prováděné při teplotě 210 °C po dobu 1 hodiny.

Je-li požadováno tepelné zpracování v mezinárodních projektech, označení se provede podle norem ASTM B545, SAE AMS 2408 nebo SAE AMS 2420.

7.2.5 Označení požadavků na mezivrstvy

Povlak cínu se na některých podkladových materiálech⁴ (např. slitiny berylium–nikl, nikl–železo, hliník, hořčík a zinek, fosforový bronz) vylučuje na mezivrstvě. Mezivrstvy mědi nebo niklu o minimální tloušťce 2,5 μm jsou důležité pro:

⁴ Materiály se vzhledem k povaze oxidové vrstvy na jejich povrchu obtížně chemicky čistí. Pokud se požaduje pájitelnost cínového povlaku, může být výhodné použít mezivrstvu.

- zabránění tvorby intermetalických sloučenin (na mědi a slitinách na bázi mědi⁵);
- zajištění dobré pájitelnosti (zhoršuje ji difuze zinku⁶);
- zlepšení přilnavosti (na slitinách hliníku, hořčíku, zinku);
- zlepšení ochrany proti korozi.

7.2.6 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků ČSN ISO 2093 elektrolyticky vyloučený cínový povlak na železe nebo oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), s mezivrstvou niklu o tloušťce 2,5 μm, natavený cínový povlak s minimální místní tloušťkou 5 μm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ČSN ISO 2093 – Fe<>/Ni2,5/Sn5f

Podle požadavků SAE AMS 2408 elektrolyticky vyloučený cínový povlak na železe nebo oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), s mezivrstvou niklu o tloušťce 2,5 μm, cínový povlak s místní tloušťkou 2,5 μm až 8 μm, nebo cínový povlak s místní tloušťkou 15 μm až 20 μm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak SAE AMS 2408-1 – Fe<>/Ni2,5/Sn

Elektrolyticky vyloučený povlak SAE AMS 2408-6 – Fe<>/Ni2,5/Sn

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

Při objednávání elektrolytického pokovení výrobků podle mezinárodních norem musí odběratel poskytnout tyto informace v písemné formě, např. ve smlouvě nebo objednávce, popř. na výkresech:

- a) označení příslušné normy – např. ISO 2093;
- b) druh podkladového materiálu;
- c) stupeň provozních podmínek (viz tabulku 7) nebo požadované označení povlaku;
- d) vymezení funkčního povrchu výrobku; např. jeho vyznačením na výkresech nebo poskytnutím vhodně označených vzorků;
- e) přejímací postup (viz čl. 7.7);
- f) místa, kde mohou být nevyhnutelné stopy po dotyku se závěsem a jiné vady;
- g) požadovanou metodu zkoušení přilnavosti.

- Doplnující informace

Pokud jsou požadovány, musí odběratel poskytnout tyto doplňující informace:

⁵ Vzájemná difuze mezi povlakem a mědí nebo slitinami na bázi mědi, probíhající jako difuze mezi pevnými látkami, závisí na čase a na teplotě a může způsobit ztmavnutí a snížení pájitelnosti tenkých povlaků. Rychlost znehodnocení závisí na podmínkách skladování, ve špatných podmínkách může být skladovatelnost pouze několik měsíců.

⁶ Zinek ze zinkových slitin (např. mosazi) difunduje cínovým povlakem na povrch a zhoršuje pájitelnost, přilnavost a vzhled povlaku.

- a) jakékoli požadované tepelné zpracování (viz čl. 7.4.1 a 7.5);
- b) jakékoli požadavky pro zkoušení pórovitosti (viz čl. 7.3.4 a tabulku 10);
- c) jakékoli požadavky pro zkoušení pájitelnosti a požadované zkušební metody a podmínky (viz čl. 7.3.5 a tabulku 10);
- d) jakékoli zvláštní požadavky na mezivrstvy (viz čl. 7.4.3);
- e) vzorek požadované konečné úpravy;
- f) jakoukoli zvláštní požadovanou předběžnou úpravu;
- g) jakékoli konkrétní požadavky na čistotu povlaku;
- h) jakékoli požadavky na balení pokovených součástí;
- i) jakékoli zvláštní úpravy po pokovení.

7.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky cínu na kovových materiálech uvádí ČSN EN ISO 27830, základní a doplňující informace, které musí odběratel poskytnout výrobcí, uvádí ČSN ISO 2093 a ASTM B545.

Pro mezinárodní projekty se doporučují specifikace SAE AMS 2408 a SAE AMS 2451/12, pro aplikace na hliník a hliníkové slitiny SAE AMS 2420 v návaznosti na ASTM B545.

7.3.1 Vzhled

Povrch povlaku cínu musí být hladký, bez nárůstků, na nataveném povrchu nesmí být matná místa. Nepřípustné jsou viditelné vady, jako jsou puchýře, důlky, drsná místa, trhliny, nepokovená místa, skvrny a nerovnoměrnosti zabarvení. Přípustnost a místa nevyhnutelných stop po dotyku se závěsem a vad mimo funkční povrch musí stanovit odběratel.

7.3.2 Tloušťka

Tloušťka se volí s ohledem na náročnost provozních podmínek, kterým musí povlak odolat vzhledem k typu okolní atmosféry a na funkci povlaku.

Minimální hodnoty tloušťky povlaků cínu pro jednotlivé provozní podmínky dle specifikací národních a zahraničních uvádí tabulka 12, dohody k měření tloušťky ČSN EN ISO 2064 a ASTM B659. Tloušťka se měří na místech funkčního povrchu, kterých se lze dotknout kuličkou o průměru 20 mm. U natavených povlaků se požadavky na tloušťku vztahují na povlak po elektrolytickém vyloučení.

TABULKA 12 – Požadavky na minimální tloušťky povlaků cínu⁺⁾

Stupeň provozních podmínek	Národní standard ČSN ISO 2093			Zahraniční standardy ASTM B545, SAE AMS 2408			
	Označení (část)	Podkladové materiály na bázi mědi ^{*)}	Ostatní podkladové materiály ^{*)}	Podkladové materiály na bázi mědi ^{*)}	Ostatní podkladové materiály ^{*)}	Třída	Označení (část)
		Minimální tloušťka, [μm]	Minimální tloušťka, [μm]	Minimální tloušťka, [μm]	Minimální tloušťka, [μm]		
1	Sn5	5	5	5	5	B ^{**)}	Sn5
2	Sn8, Sn12	8	12	8	10	C	Sn8, Sn10
3	Sn15, Sn20	15	20	15	20	D	Sn15, Sn20
4	Sn30	30	30	30	30	E	Sn30
POZNÁMKY:	⁺⁾	u výrobků s funkční plochou 100 mm ² nebo větší se za minimální tloušťku považuje minimální hodnota místní tloušťky, u ploch menších je to minimální hodnota průměrné tloušťky;					
	^{*)}	nutno věnovat pozornost požadavku na mezivrstvu;					
	^{**)}	pro konektory a relé i třída A = 2,5 μm, nebo třída F = 1,5 μm.					

Stupeň provozních podmínek označuje přísnost provozních podmínek podle této stupnice:

- 1: mírné – např. vnitřní provoz v suché atmosféře nebo použití, kdy je primárním požadavkem pájitelnost;
- 2: střední – např. vnitřní provoz s určitou kondenzací;
- 3: náročné – např. venkovní provoz v typických mírných podmínkách;
- 4: velmi náročné – např. venkovní provoz ve velmi agresivních podmínkách nebo při kontaktu s jídlem nebo nápojem, kde se na celém povrchu povlaku cínu nesmí projevit koroze ani abraze.

7.3.3 Přilnavost

ČSN ISO 2819 doporučuje zkoušet přilnavost cínových povlaků leštěním, leštěním kuličkami, odtržením lepení, ryskami a tepelným rázem. Povlak cínu nesmí po zkoušce vykazovat známky oddělení od podkladového kovu nebo mezivrstvy.

7.3.4 Pórovitost a ochrana proti korozi

Na atmosféře jsou povlaky cínu proti oceli slabě katodické, ochranná účinnost proti korozi je tedy podmíněna jejich celistvostí. Pórovitost elektrolyticky vyloučeného povlaku nezávisí pouze na jeho tloušťce, ale také na takových proměnných, jako jsou stav podkladového materiálu a celkový postup pokovování. Na to by se mělo pamatovat při specifikaci zkoušky pórovitosti. Přehled zkoušek pórovitosti uvádí ČSN EN ISO 10308 nebo ASTM B765.

Pórovitost se obvykle ověřuje korozními zkouškami v solné mlze (povlak na železných podkladech) nebo v atmosféře s kondenzující vlhkostí a s přítomností oxidu siřičitého (povlak na neželezných podkladech).

7.3.5 Pájitelnost

Požaduje-li se, ověřuje se pájitelnost u materiálů pro všeobecné použití a částí výrobku zkouškou Ta ČSN EN 60068-2-20, nebo IEC 60068-2-20, metodou 1 (Pájecí lázeň). Tok pájky musí být po zkoušeném povrchu rovnoměrný, bez známek nesmáčených ploch.

7.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Normativní postupy čištění povrchu pro zajištění dobré přilnavosti povlaku, tepelného zpracování ocelí pro uvolnění vnitřního pnutí a požadované kovové mezivrstvy jsou uvedeny v tabulce 13.

TABULKA 13 – Příprava podkladu

	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní standardy
Postupy pro uvolnění vnitřního pnutí	ČSN ISO 2093	ISO 9587, ASTM B849
Označování tepelného zpracování	ČSN EN ISO 27830	ISO 27830
Postupy čištění, úpravy a kontroly stavu podkladového materiálu	ČSN ISO 2093	ASTM B183, ASTM B242, ASTM B253, ASTM B254, ASTM B320, ASTM B322, ASTM B545, SAE AMS 2408, ISO 2093
Požadavky na mezivrstvy	ČSN ISO 2093	ISO 2093, SAE AMS 2420
Označování mezivrstev	ČSN EN ISO 27830	ISO 27830
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.		

7.4.1 Tepelné zpracování k odstranění pnutí před vyloučením povlaku

Pokud to předepíše odběratel, musí se ocelové součásti s mezí pevnosti v tahu rovné nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC) a ty, v nichž se vyskytují tahová pnutí vyvolaná obráběním, broušením, rovnáním nebo tvářením za studena, podrobit tepelnému zpracování k odstranění pnutí před čištěním a vyloučením povlaku (viz čl. 6.4). Postupy a třídy tepelného zpracování k odstranění pnutí musí odpovídat těm, které předepsal odběratel, nebo odběratel může předepsat vhodné postupy a třídy z ISO 9587.

7.4.2 Čištění podkladového kovu před vyloučením povlaku

Oceli s oxidy nebo okujemi se musí před nanesením povlaků očistit. U vysokopevnostních ocelí se dává přednost neelektrolytickému alkalickému a anodickému alkalickému čištění, jakož i mechanickým postupům čištění, aby se předešlo nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti během čištění.

V případě mechanického čištění vysokopevnostních ocelí (s pevností v tahu vyšší než 1400 MPa) se má vzít v úvahu možnost přehřátí.

7.4.3 Požadavky na mezivrstvy

Pokud to předepíše odběratel, lze pod cínový povlak použít niklové nebo jiné kovové mezivrstvy. Jestliže se požaduje zpracování k odstranění vodíkové křehkosti, musí se provést po elektrolytickém vyloučení povlaku, a to v souladu s postupy a třídami uvedenými v ISO 9588. Elektrolyticky vyloučené niklové mezivrstvy musí splňovat požadavky ČSN EN ISO 4526.

7.4.4 Kuličkování

Užitečné, jak z hlediska odolnosti proti působení trvalého zatížení, tak i proti únavě, je zavedení tlakových pnutí do povrchu součástí. Zpevňování kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku může omezit snížení meze únavy, k němuž dochází u vysokopevnostních ocelí elektrolyticky pokovených chromem. Toto je doporučeno u součástí, které jsou v provozu opakovaně podrobovány složitým namáháním.

Jestliže je odběratelem předepsáno zpevňování kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku nebo po něm, musí se provádět v souladu s ISO 12686. V této mezinárodní normě je rovněž popsána metoda měření intenzity zpevňování kuličkováním. K další faktorům ovlivňujícím únavovou životnost patří tloušťka povlaku, která má být co nejmenší s ohledem na očekávané provozní podmínky. Tlaková pnutí způsobená kuličkováním zvyšují korozní odolnost a odolnost proti koroznímu praskání.

7.5 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Tepelné zpracování pro snížení vodíkové křehkosti po vyloučení povlaku ČSN ISO 2093 nepožaduje z důvodu pomalé difuze povlakem. Požadavek na tepelné zpracování specifikují ASTM B545, SAE AMS 2420, SAE AMS 2408 a SAE AMS 2759/9.

7.6 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled možností pro výběr metody zkoušení uvádí tabulka 14. Návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.

TABULKA 14 – Zkoušky znaků kvality povlaku podle národních a mezinárodních specifikací

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované hodnocení
Vzhled	Vizuálně	Dle čl. 7.3.1.
Tloušťka, minimální *)	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568 ČSN EN ISO 3543, ASTM B567 ČSN EN ISO 2178, ASTM B499 ČSN EN ISO 2360, ASTM B244, ASTM E376	Dle požadavků odběratele.
Přilnavost +)	ČSN ISO 2819, ASTM B571 ČSN ISO 2093, ASTM B545	Dle čl. 7.3.3.
Pórovitost a ochrana proti korozi **)	ČSN EN ISO 10308, ASTM B765, ASTM B545 ČSN EN ISO 9227, ASTM B117 ČSN EN ISO 22479, ASTM B809	Nepřípustné jsou známky koroze podkladu.
Pájitelnost **)	ČSN EN 60068-2-20, ASTM B678 ČSN EN 60068-2-44, ASTM B545	Dle čl. 7.3.5.
POZNÁMKY:	*) včetně tloušťky mezivrstvy, je-li odběratelem požadována; **) jsou-li tyto znaky kvality odběratelem požadovány; +) ČSN ISO 2093 doporučuje zkoušku leštěním, ohybem nebo tepelným šokem.	

7.7 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 7.6.

Přejímací postupy jsou stanoveny normami ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916. Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

8 Elektrolyticky vyloučené povlaky chromu pro technické účely

8.1 Rozsah použití

Chromové povlaky mají vysokou odolnost na atmosféře, v neutrálních roztocích, v horké vodě i v páře. Proti oceli, hliníku i slitinám mědi, zinku, cínu, olova (např. mosazi, bronzy) jsou výrazně katodické, jejich ochranná účinnost je proto závislá na jejich celistvosti a tloušťce povlaku.

Chromové povlaky by neměly být používány pro části vystavené provozní teplotě vyšší než 370 °C (viz čl. 5.5.1.1 v MIL-HDBK-808 a čl. 5.4.3.2.1 v MIL-STD-1568).

Elektrolyticky vyloučené povlaky chromu se používají jako:

1. povlaky pro technické účely získané tvrdým chromováním, u nichž se využívá

- nízký součinitel tření,
- snižování lepivosti,
- odolnost proti opotřebení,
- schopnost snášet mechanické zatížení,
- korozní odolnost;

k ochraně proti náročným korozně agresivním podmínkám lze před elektrolytickým vyloučením chromu nanést niklové nebo jiné kovové mezivrstvy, popř. lze korozní odolnost povlaku chromu zvýšit použitím slitiny (např. s molybdenem);

2. konečné dekorativní povlaky (viz kapitolu 10), které chrání na atmosféře méně stálé povlaky mědi a niklu (povlaky měď-chrom, měď-nikl-chrom).

Obvyklé tloušťky dekorativních povlaků jsou 0,25 μm až 1 μm.

Rozdíly v podmínkách elektrolytického vylučování dekorativních povlaků a povlaků chromu pro technické účely uvádí tabulka 15.

TABULKA 15 – Dekorativní a tvrdé chromování

Složení lázně a pracovní podmínky	Chromování	
	dekorativní	tvrdé
Množství kyseliny chromové [g·l ⁻¹]	400	150 – 250
Množství kyseliny sírové [%]	1	1 – 2
Teplota [°C]	35 – 45	50 – 65 *)
Proudová hustota [A·dm ⁻²]	10 – 20	35 – 120 *)
Doba chromování	3 – 10 minut	10 minut – 30 hodin
Tloušťka povlaku [μm]	0,25 – 1	0,3 – 1000
POZNÁMKA: *) při teplotách elektrolytu 65 °C až 75 °C a proudových hustotách (20 – 25) A·dm ⁻² se získávají povlaky tzv. mléčného chromu (obvyklé tloušťky 40 až 50 μm).		

Povlaky chromu se převážně vylučují z elektrolytů na bázi šestimocného chromu, které mají nepříznivý vliv na lidské zdraví, vyvolávají podráždění kůže a některé typy rakoviny. Nebezpečné aerosoly obsahující šestimocný chrom vznikají z elektrolytických roztoků při katodickém vývoji vodíku. Hygienické a bezpečnostní předpisy dle požadavků EU vyžadují opatření k dodržení maximální přípustné koncentrace (MAC).

8.2 Označování povlaku

8.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví (v tomto pořadí) podkladový kov, konkrétní slitina, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka elektrolyticky vyloučeného povlaku chromu a úpravy po vytvoření povlaku (např. tepelné zpracování pro snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí).

8.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova "Elektrolyticky vyloučený povlak";
- označení příslušné normy, např. ISO 6158;
- pomlčku (–);
- chemickou značku podkladového kovu (viz čl. 6.3);
- lomítka (/);
- symboly povlaku chromu, jakož i povlaků nanesených před elektrolytickým vyloučením chromu; symboly se uvádějí v pořadí nanášení povlaků a jsou odděleny lomítky. Označení povlaku musí obsahovat tloušťku povlaku v mikrometrech a požadavky na tepelné zpracování (viz čl. 8.2.4). Dvě lomítka po sobě se použijí k vyjádření, že příslušný krok byl vynechán nebo se nepožaduje.

8.2.3 Označení podkladového kovu

Podkladový kov se musí označit svou chemickou značkou, u slitiny chemickou značkou její hlavní složky (viz tabulku 1 v čl. 6.3).

8.2.4 Označení požadavků na tepelné zpracování

Pokud je tepelné zpracování předepsáno, musí požadavky na ně být obsaženy v označení. Označení požadavků na tepelné zpracování se uvádí takto:

- a) písmeny:
 - SR pro tepelné zpracování k odstranění pnutí;
 - ER pro tepelné zpracování ke snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí;
 - HT pro tepelné zpracování k jiným účelům;
- b) v kulatých závorkách se uvede minimální teplota ve stupních Celsia;
- c) doba tepelného zpracování v hodinách (viz příklad 2 v čl. 7.2.4).

8.2.5 Označení typu a tloušťky kovových vrstev

Informace o typických tloušťkách povlaků chromu předepsaných pro technické aplikace poskytuje tabulka 16.

Elektrolyticky vyloučený povlak chromu se označí symboly uvedenými v tabulce 17, umístěnými za číslem udávajícím předepsanou minimální místní tloušťku povlaku v mikrometrech.

PŘÍKLAD 3 – Cr50hr označuje povlak obyčejného tvrdého chromu o tloušťce 50 µm.

TABULKA 16 – Typické tloušťky povlaků chromu pro technické aplikace dle ČSN EN ISO 6158

Typická tloušťka [µm]	Aplikace
≥ 2 až ≤ 10	Ke snížení tření a pro malou odolnost proti opotřebení
> 10 až ≤ 30	Pro střední odolnost proti opotřebení
> 30 až ≤ 60	Pro odolnost proti opotřebení při zpracovávání adhezivních materiálů
> 60 až ≤ 120	Pro silnou odolnost proti opotřebení
> 120 až ≤ 250	Pro silnou odolnost proti opotřebení, otěru a erozi
> 250	Pro opravy

TABULKA 17 – Druhy povlaků chromu

Druh povlaku	Symbol pro označení	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní standardy
Obyčejný tvrdý chrom	hr	ČSN EN ISO 6158	ASTM B177, ASTM B630, ASTM B650, ASTM B456, SAE AMS 2406, SAE AMS 2451/5, MIL-DTL-23422, MIL-STD-1501
Tvrdý chrom z lázni se směsným katalyzátorem	hm	ČSN EN ISO 6158	ASTM B177
Mikrotrhlinkový tvrdý chrom	hc	ČSN EN ISO 6158	ASTM B456
Mikroporézní tvrdý chrom	hp	ČSN EN ISO 6158	SAE AMS 2407, ASTM B456, MIL-C-20218
Duplexní chrom	hd	ČSN EN ISO 6158	ASTM B177, SAE AMS 2438
Zvláštní typy chromu	hs	ČSN EN ISO 6158	ASTM B177, MIL-DTL-14538
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.			

Niklové mezivrstvy se označí podle ČSN EN ISO 4526, tj. symbolem:

- **sf** pro povlaky niklu bez síry;
- **sc** pro povlaky niklu obsahující síru;
- **pd** pro povlaky niklu bez síry obsahující submikronové částice rozptýlené v niklové matici.

Příslušný symbol se uvede po čísle udávajícím předepsanou minimální místní tloušťku povlaku v mikrometrech.

PŘÍKLAD 4 – Ni10sf označuje elektrolyticky vyloučenou mezivrstvu niklu o tloušťce 10 µm připravenou z lázně, z níž se do povlaku nevylučuje síra.

8.2.6 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků ISO 6158 elektrolyticky vyloučený povlak obyčejného tvrdého chromu o tloušťce 50 µm (Cr50hr), nanesený na ocel (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 6158 – Fe<>//Cr50hr

Podle požadavků ISO 6158 elektrolyticky vyloučený povlak pórovitého chromu o tloušťce 250 µm (Cr250hp), nanesený na slitinu hliníku (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 6158 – Al<>//Cr250hp

Podle požadavků ISO 6158 elektrolyticky vyloučený povlak obyčejného tvrdého chromu o tloušťce 50 µm (Cr50hr), nanesený na ocel (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), na mezivrstvě niklu bez síry (Ni10sf) o tloušťce 10 µm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 6158 – Fe<>//Ni10sf/Cr50hr

Podle požadavků ISO 6158 elektrolyticky vyloučený povlak obyčejného tvrdého chromu o tloušťce 50 µm (Cr50hr), nanesený na ocel (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), u níž bylo před elektrolytickým vyloučením povlaku odstraněno pnutí při teplotě 210 °C po dobu 2 hodin (SR(210)2) a která byla po elektrolytickém vyloučení povlaku tepelně zpracována při teplotě 210 °C po dobu 22 hodin pro odstranění křehkosti (ER(210)22), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 6158 – Fe<>/SR(210)2/Cr50hr/ER(210)22

Elektrolyticky vyloučený povlak obyčejného chromu nanesený na ocel (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3) podle požadavků SAE AMS 2406 o minimální tloušťce 51 µm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak SAE AMS 2406 – Fe<>//Crhr Class2

Není-li specifikovaná tloušťka, jde o povlak o minimální tloušťce 51 µm; vyšší tloušťky nutno číselně specifikovat.

Označení se vždy doplňuje číslem příslušné normy pro podkladový kov (např. dle ČSN EN 573-3+A1, ČSN EN 1706+A1, ASTM E527 nebo ČSN EN 10088-1) a povlak chromu případně tepelným zpracováním, je-li požadováno. Označování tepelného zpracování se provede dle příslušné mezinárodní normy pro povlak (viz čl. 8.4 a 8.5).

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

Při objednávání elektrolytického pokovení výrobků podle mezinárodní normy musí odběratel poskytnout tyto informace v písemné formě, např. ve smlouvě nebo objednávce, popř. na výkresech:

- a) označení (viz čl. 8.2);

- b) jmenovité složení (nebo specifikaci) a metalurgický stav podkladového kovu, včetně tvrdosti; u obnovovaných výrobků nemusí být poskytnutí této informace možné, takže zaručit kvalitu povlaku může být v důsledku toho obtížné;
- c) druh, stav a povrchovou úpravu podkladového kovu, pokud mohou ovlivnit provozní vlastnosti a/nebo vzhled povlaku;
- d) vymezení funkčního povrchu na výkresech výrobků nebo poskytnutím vhodně označených vzorků;
- e) požadavky na zvláštní zkušební vzorky (viz čl. 8.6);
- f) výsledný vzhled a úpravu povrchu chromového povlaku, např. ve stavu po nanesení povlaku, broušený nebo obrobený; jinou možností je, že odběratel poskytne nebo schválí vzorky znázorňující vzhled a požadovanou úpravu, které se použijí k porovnání;
- g) nezbytnost jakéhokoli zpracování k zavedení tlakového pnutí, např. zpevnění kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku nebo po něm;
- h) jakékoli zvláštní požadavky nebo omezení týkající se úpravy před vyloučením povlaku, např. tryskání za mokra místo moření kyselinou;
- i) polohy stop po kontaktech (pokud jsou nevyhnutelné) a druh, velikost a počet jiných vad, které jsou přípustné;
- j) požadavky na mezivrstvy a na odstranění povlaku;
- k) metodu zkoušení, která se použije k měření tloušťky (viz tabulku 15) a další část povrchu, pro kterou platí požadavky na minimální tloušťku;
- l) požadavky na přilnavost a pórovitost, jakož i metody zkoušení (viz tabulku 15);
- m) mez pevnosti v tahu pro výrobky a požadavky na tepelné zpracování k odstranění pnutí prováděné před elektrolytickým vyloučením povlaku;
- n) požadavky na jakékoli odstranění křehkosti po elektrolytickém pokovení a na zkoušení vodíkové křehkosti;
- o) přejímací plán a kontrolní úrovně (viz čl. 8.8);
- p) jakékoli doplňkové informace, např. zvláštní požadavky na přilnavost.

8.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádějí ČSN EN ISO 27830, ASTM B177, ASTM B650 a MIL-STD-186.

Pro technické účely jsou elektrolyticky vylučovány obyčejné chromové povlaky. Obvyklé tloušťky povlaku jsou 0,3 μm až 250 μm.

Pro zvláštní účely se mohou požadovat jiné chromové povlaky než obyčejné:

- beztrhlinkový chromový povlak, který je měkčí než obyčejný chromový povlak, je méně křehký, v podstatě bez trhlin. Beztrhlinkové povlaky mají maximální tloušťku do 25 μm, nesmějí se brousit ani používat na vysoce namáhaných plochách. Tepelné zpracování po elektrolytickém vyloučení povlaku může nepříznivě ovlivnit korozní odolnost;
- mikrotrhlinkový chromový povlak, tj. povlak se záměrně vytvořenou sítí trhlinek. U mikrotrhlinkového povlaku není síť viditelná prostým okem, na funkčním povrchu má v každém směru více než 250 trhlin na centimetr. Tvrdost je obdobná

jako u obyčejných povlaků, ale vzhledem ke své struktuře snáze zadržují olej. Mikrotrhlinkové povlaky na niklové mezivrstvě poskytují lepší ochranu proti korozi než makrotrhlinkové chromové povlaky. Pro dodavatele musí být stanovena metoda pro vytvoření mikrotrhlinek. Obvyklé tloušťky povlaku jsou 0,3 μm až 0,8 μm . Tendenci k zmatovatění povlaku lze omezit zvětšením minimální tloušťky na 0,5 μm ;

- mikroporézní chromový povlak, tj. povlak se záměrně vytvořenými mikropóry (kanálky nebo body). Připravuje se mechanickým, elektrochemickým nebo chemickým opracováním povlaku. Povlak je vhodný pro povrchy, na nichž musí být neustále neseno mazivo (vývrty válců aj.). Obvyklé tloušťky povlaku jsou 0,3 μm až 0,8 μm . Tendenci k zmatovatění povlaku lze omezit zvětšením minimální tloušťky na 0,5 μm ;
- dvouvrstvý (duplexní) chromový povlak, který se obvykle skládá z vrstvy obyčejného chromového povlaku nanesené na mezivrstvu beztrhlinkového chromového povlaku. Jeho tvrdost je proto obdobná jako tvrdost obyčejného chromového povlaku, má však lepší korozní odolnost;
- povlak mléčného chromu, který má nízkou pórovitost, dobrou odolnost vůči opotřebení, vyšším teplotám a atmosférické korozi při tvrdosti jen 400 až 750 HV, je hydrofilní;
- povlak černého chromu, který se využívá např. pro aplikace na optické a měřicí přístroje. Proti obyčejnému chromovému povlaku má poněkud nižší korozní odolnost. Korozně odolnější povlaky černého chromu lze získat vylučováním na vrstvu lesklého nebo mléčného chromu, nebo na mezivrstvy mědi a niklu. Obvyklé tloušťky povlaku černého chromu jsou 0,5 μm až 3 μm (ČSN EN ISO 1456, ČSN EN ISO 27830, MIL-DTL-14538D).

Normativní dokumenty pro specifikace všeobecných požadavků na elektrolyticky vylučované povlaky chromu jsou uvedeny v tabulce 17.

8.3.1 Vzhled

Funkční povrch povlaků chromu musí být hladký, hutný, stejnoměrný. Povlak černého chromu musí být tmavošedý až černý, hladký, jemnozrný, bez lesku.

Na povlacích chromu jsou nepřijatelné viditelné vady, jako jsou puchýře, důlky, drsná místa, trhliny pronikající k podkladovému kovu u povlaku nad 50 μm , trhliny vzniklé tepelným zpracováním nebo broušením, nepokovená místa, odlupování, nárůstky, skvrny a jiné nerovnoměrnosti zbarvení.

Nepřijatelné jsou výrůstky vyskytující se jinde než na krajních hranách povlaku u povlaků používaných ve stavu po vyloučení povlaku a na povrchu broušených výrobků. Nedokonalosti a odchylky vyplývající ze stavu povrchu podkladového kovu (škrábance, páry, stopy po válcování, vměstky), které přetrvávají po pokovení navzdory správnému dodržování pracovních postupů, nesmějí být příčinou zamítnutí. Odběratel musí stanovit meze přijatelných vad na pokoveném a nepokoveném výrobku. K porovnávání se musí používat schválené vzorky výrobků.

U výrobků elektrolyticky pokovených a následně broušených na přesný rozměr se broušení nikdy nesmí provádět za sucha, ale jen s vhodnou chladicí kapalinou a dostatečně jemně, aby nevznikly trhliny.

Puchýře nebo trhliny, které jsou viditelné prostým okem a které vznikly tepelným zpracováním nebo broušením provedenými výrobcem povlaku, jsou důvodem pro zamítnutí výrobku.

U broušených povrchů se drsnost povrchu Ra 0,4 μm označuje v angličtině jako „commercial finish“ a Ra 0,2 μm jako „good commercial finish“.

8.3.2 Tloušťka

Tloušťku povlaku volí konstruktér s ohledem na náročnost provozních podmínek, požadované vlastnosti a funkci povlaku. Tloušťka povlaku specifikovaná označením musí být minimální místní tloušťka. Minimální místní tloušťka elektrolyticky vyloučeného povlaku se měří v libovolném bodě, jehož se lze dotknout kuličkou o průměru 20 mm, pokud odběratel nestanoví jinak.

Minimální místní tloušťka elektrolyticky vyloučeného chromu, niklu nebo jiných kovových mezivrstev se musí měřit jednou z metod uvedených v tabulce 19.

V případě sporu se musí k měření tloušťky povlaků chromu tenčích než 10 μm použít coulometrická metoda a k měření tloušťky povlaků chromu a mezivrstev o tloušťce 10 μm a tlustších mikroskopická metoda.

Ačkoli tloušťka elektrolyticky vyloučených povlaků chromu není omezena technicky, existují v praxi omezení daná velikostí a geometrií výrobků. Zejména u tlustších povlaků může být obtížné získat hladké povrchy a stejnoměrnou tloušťku povlaku. Elektrolytické pokovování lze v určitých fázích procesu přerušit za účelem honování nebo obrobení pokoveného povrchu, aby splnil požadavky na vzhled a drsnost povrchu. Honovaný nebo obroběný povrch musí být před opětovným zahájením elektrolytického pokovování vhodně zpracován (viz čl. 8.9), aby se zajistila přilnavost mezi vrstvami chromu. K dosažení stejnoměrné tloušťky povlaku a pokrytí lze použít pomocné anody.

Obvyklé tloušťky povlaků pro technické účely uvádí tabulka 13, dohody k měření tloušťky ČSN EN ISO 2064 a ASTM B659, metody měření ČSN EN ISO 3882 a ASTM B659.

8.3.3 Tvrdost

Pokud je předepsána tvrdost, musí se měřit metodou uvedenou ČSN EN ISO 4516 nebo ASTM B578.

S výjimkou mléčného chromu, pokud není stanoveno jinak, nesmí být tvrdost povlaku nižší než 750 HV.

8.3.4 Přilnavost

Univerzální vyhovující zkouška přilnavosti povlaků chromu k podkladovému kovu není známa. Jako zkoušku účinnosti procesu však lze použít zkoušku ohybem na reprezentativním vzorku elektrolyticky pokoveném 25 μm chromu. ČSN ISO 2819 obsahuje i zkoušku tepelným rázem, o níž bylo zjištěno, že je v určitých případech použitelná. U povlaků chromu tlustších než 25 μm je pro zjištění špatné přilnavosti užitečná zkouška broušením.

Vedle shora uvedených metod zkoušení ČSN ISO 2819 ještě doporučuje zkoušet přilnavost chromových povlaků leštěním kuličkami, dlátem, hloubením podle Erichsena nebo podle Romanoffa a navodíkováním. Povlak chromu nesmí po zkoušce vykazovat známky oddělení od podkladového kovu nebo mezivrstvy.

Metody zkoušení přilnavosti jsou rovněž uvedeny v ASTM B571.

Výrobce povlaku odpovídá za takový způsob přípravy povrchu před pokovením, který zajišťuje dobrou přilnavost povlaku k podkladovému kovu.

8.3.5 Pórovitost

Elektrolyticky pokovené železné výrobky (nebo zvláštní zkušební vzorky) se musí podrobit ferroxylové zkoušce popsané v ČSN EN ISO 10309, nebo alternativní zkoušce pórovitosti určené odběratelem.

Přehled zkoušek pórovitosti uvádí ČSN EN ISO 10308 nebo ASTM B765. Jestliže počet pórů na výrobku nebo na jednotce povrchu překročí hodnotu dohodnutou mezi odběratelem a výrobcem povlaku, je výrobek nevyhovující.

Pokud jsou předepsány povlaky chromu s póry, trhlinkami nebo jinými typy nespojitostí, musí se počet pórů a trhlin v chromu stanovit vizuální prohlídkou pomocí optického mikroskopu při vhodném zvětšení nebo metodou uvedenou ČSN EN ISO 6158 v příloze C, pokud je použitelná.

Metoda uvedená ČSN EN ISO 6158 v příloze C může být nepoužitelná u tlustých povlaků chromu, kde trhliny nebo póry nedosahují k podkladovému kovu nebo k niklové mezivrstvě.

8.3.6 Odolnost proti korozi

Protikorozní ochranná účinnost chromových povlaků je závislá na jejich celistvosti. Vhodnou zkouškou protikorozní ochranné účinnosti povlaku je korozní zkouška v neutrální solné mlze podle ČSN EN ISO 9227 nebo ASTM B117. Je požadována pro povlaky předepisované podle SAE AMS 2438, ASTM B650 a MIL-DTL-14538.

Stanovení stupně ochrany proti korozi a stupně změny vzhledu po korozních zkouškách uvádí ČSN EN ISO 10289 a ISO 10289.

8.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Chromový povlak kopíruje nerovnosti povrchu základního kovu, proto je nutno věnovat pozornost drsnosti povrchu podkladového kovu. Všeobecné požadavky na úpravu podkladového kovu uvádí čl. 6.4 tohoto standardu.

Normalizované postupy pro uvolnění vnitřního pnutí podkladového materiálu před vylučováním povlaku chromu, postupy čištění, úpravy a kontroly stavu povrchu pro zajištění dobré přilnavosti povlaku chromu a požadavky na mezivrstvy uvádí tabulka 18.

TABULKA 18 – Příprava podkladu

	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní a vojenské standardy
Postupy pro uvolnění vnitřního pnutí	-	ISO 9587, ASTM B849
Postupy čištění, úpravy a kontroly stavu podkladového materiálu	ČSN EN ISO 6158	ASTM B117, ASTM B630, ASTM B650, ASTM B183, ASTM B242, ASTM B253, ASTM B254, ASTM B320, ASTM B322, ASTM B630, ASTM E1417, ASTM F22, SAE AMS 2440, SAE AMS 2644, MIL-DTL-5002, ISO 6158
Kuličkování kovových součástí	-	ISO 12686, MIL-HDBK-808, ASTM B851
Požadavky na mezivrstvy	ČSN EN ISO 6158, ČSN EN ISO 4526, ČSN EN ISO 1456	SAE AMS-QQ-N-290, ISO 6158, ISO 4526, ISO 1456
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.		

8.4.1 Tepelné zpracování k odstranění pnutí před vyloučením povlaku

Pokud to předepíše odběratel, musí se ocelové součásti s mezí pevnosti v tahu rovné nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC) a ty, v nichž se vyskytují tahová pnutí vyvolaná obráběním, broušením, rovnáním nebo tvářením za studena, podrobit tepelnému zpracování k odstranění pnutí před čištěním a vyloučením povlaku (viz čl. 6.4). Postupy a třídy tepelného zpracování k odstranění pnutí musí odpovídat těm, které předepsal odběratel, nebo odběratel může předepsat vhodné postupy a třídy z ISO 9587.

8.4.2 Čištění podkladového kovu před vyloučením povlaku

Oceli s oxidy nebo okujemi se musí před nanesením povlaků očistit. U vysokopevnostních ocelí se dává přednost neelektrolytickému alkalickému a anodickému alkalickému čištění, jakož i mechanickým postupům čištění, aby se předešlo nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti během čištění. V případě mechanického čištění vysokopevnostních ocelí (s pevností v tahu vyšší než 1 400 MPa) se má vzít v úvahu možnost přehřátí.

8.4.3 Požadavky na mezivrstvy

Pokud to předepíše odběratel, lze pod chromový povlak použít niklové nebo jiné kovové mezivrstvy. Jestliže se požaduje zpracování k odstranění vodíkové křehkosti, musí se provést po elektrolytickém vyloučení povlaku, a to v souladu s postupy a třídami uvedenými v ISO 9588. Elektrolyticky vyloučené niklové mezivrstvy musí splňovat požadavky ČSN EN ISO 4526.

8.4.4 Kuličkování

Užitečné, jak z hlediska odolnosti proti působení trvalého zatížení, tak i proti únavě, je zavedení tlakových pnutí do povrchu součástí. Zpevňování kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku může omezit snížení meze únavy, k němuž dochází u vysokopevnostních ocelí elektrolyticky pokovených chromem. Je doporučeno u součástí, které jsou v provozu opakovaně podrobovány složitým namáháním. Jestliže je odběratelem předepsáno zpevňování kuličkováním před

elektrolytickým vyloučením povlaku nebo po něm, musí se provádět v souladu s ISO 12686. V této mezinárodní normě je rovněž popsána metoda měření intenzity zpevňování kuličkováním.

K další faktorům ovlivňujícím únavovou životnost patří tloušťka povlaku, která má být co nejmenší s ohledem na očekávané provozní podmínky. Tlaková pnutí způsobená řízeným zpevňováním kuličkováním zvyšují korozní odolnost a odolnost proti koroznímu praskání.

8.5 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Ocelové součásti s pevností v tahu rovnou nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC) a povrchově zpevněné součásti se musí podrobit tepelnému zpracování k odstranění vodíkové křehkosti v souladu s postupy a třídami uvedenými v ISO 9588 nebo předepsanými odběratelem.

Účinnost zpracování k odstranění křehkosti lze stanovit metodou předepsanou odběratelem nebo zkušebními metodami popsány v normách ISO; použitelné mohou být např. ISO 10587 nebo ISO 15724.

Postupy tepelného zpracování pro snížení vodíkové křehkosti uvádějí ISO 9588, ASTM B177, ASTM B850 a SAE AMS 2759/9.

8.6 Zvláštní zkušební vzorky

Pro měření přilnavosti, tloušťky, pórovitosti, korozní odolnosti, tvrdosti a dalších vlastností se často používají zvláštní zkušební vzorky, pokud pokovené výrobky nejsou vhodné pro zkoušky, nebo pokud není účelné podrobit pokovené výrobky destruktivním zkouškám (protože je jich málo nebo jsou příliš drahé). Zvláštní zkušební vzorky musí být zhotoveny ze stejného materiálu, musí mít stejný metalurgický stav a stejný stav povrchu jako pokovené výrobky a musí se zhotovit společně s pokovenými výrobky, které reprezentují.

Při použití zvláštních nebo reprezentativních zkušebních vzorků ke zjištění, zda jsou splněny požadavky příslušné normy, musí odběratel specifikovat počet použitých zkušebních vzorků, materiál ze kterého musí být vyrobeny, jejich tvar a rozměry.

8.7 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled možností pro výběr metody zkoušení uvádí tabulka 19. Návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.

Metoda vzorkování se musí vybrat z postupů specifikovaných v ČSN EN ISO 4519. Úrovně přijetí musí být specifikovány odběratelem.

TABULKA 19 – Zkoušky znaků kvality dle národních a mezinárodních standardů

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	vizuálně SAE AMS 2440	Dle čl. 8.3.1.
Tloušťka *)	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN EN ISO 2178, ASTM B499 ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 9220, ASTM B748 ČSN ISO 3543, ASTM B567	Dle požadavků odběratele.
Přílnavost	ČSN ISO 2819, ASTM B571	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Tvrdoost	ČSN EN ISO 4516, ASTM B578	Dle požadavků odběratele.
Vodíková křehkost **)	ČSN EN ISO 6158, ASTM F519	Nepřípustný vznik trhlin.
Pórovitost **)	ČSN EN ISO 10308, ASTM B765	Dle požadavků odběratele.
Stanovení trhlin a pórů	ČSN EN ISO 6158	Dle požadavků odběratele.
Korozní odolnost **)	ČSN EN ISO 9227, ASTM B117 ČSN ISO 4539, ČSN ISO 4541, ASTM B380 ČSN EN ISO 10289	Nepřípustné jsou známky koroze podkladu po předepsané době expozice.
POZNÁMKY:	*) včetně tloušťky mezivrstvy, je-li odběratelem požadována; **) jsou-li tyto znaky kvality odběratelem požadovány.	

8.8 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v článku 8.7. Přejímací postupy jsou stanoveny ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916. Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

8.9 Opravy chromových povlaků

Postup opravy výrobků s opotřebovaným elektrolyticky vyloučeným povlakem a výrobků s elektrolyticky vyloučeným povlakem nedostatečné tloušťky je uveden včetně požadavků na tepelné úpravy v ČSN EN ISO 6158, ASTM B177, ASTM B650, SAE AMS 2451 a SAE AMS 2451/5.

Pokud je chrom na povrchu v požadovaném stavu, lze povrch opracovat přibližně podle požadavků na konečný výrobek, např. broušením diamantovým kotoučem pokrytým oxidem hlinitým. Po odmaštění a anodickém očištění v alkalickém roztoku s následným pečlivým opláchnutím, lze původní vrstvu aktivovat anodickým leptáním při napětí 6 V v chromovací lázni po dobu 10 s až 20 s. Pak se polarita součástí změní na katodickou při počátečním napětí 3 V a poté se pomalu zvyšuje napětí tak, aby do 30 s až 60 s začala tvorba plynů a vylučování povlaku. Plná hodnota proudu se dosáhne po 5 minutách.

U dříve elektrolyticky pokovených součástí, u nichž došlo k prodření chromu, nebo se broušením odkryl podkladový kov nebo mezivrstva (pokud byla použita), se lepší

výsledky často dosáhnou úplným odstraněním zbytkového chromu. Opětné pokovení je přípustné, avšak součásti s pevností v tahu rovnou nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC), z nichž se povlaky odstraňují pomocí kyselin, se před pokovením musí podrobit tepelnému zpracování za účelem odstranění vodíkové křehkosti (viz čl. 8.5). Toto zpracování není nezbytné, jestliže se povlaky odstraňují anodicky v alkalickém roztoku.

9 Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu pro technické účely

9.1 Rozsah použití

Elektrolyticky vylučované povlaky niklu pro technické účely, tzv. „tlusté“ nebo „těžké“, se vyznačují tloušťkou od 40 μm . Povlaky niklu pro technické účely jsou předepsány pro různé aplikace, např. ke zvýšení tvrdosti, odolnosti proti otěru, korozní odolnosti, zlepšení charakteristik únosnosti, odolnosti proti tvoření okují, odolnosti proti korozní únavě a k jiným zlepšením povrchových vlastností. Elektrolyticky vyloučený nikl se rovněž používá v technických aplikacích k záchraně opotřebených nebo nesprávně obrobených výrobků a v kombinaci s jinými kovovými povlaky slouží jako difuzní bariéra. Povlaky niklu pro technické účely obvykle obsahují více než 99 % niklu a nejčastěji se vylučují z bezaditivových Wattsových nebo amidosíranových (sulfamátových) niklovacích lázní.

Pokud se požadují zvýšená tvrdost, velká odolnost proti otěru, modifikované hodnoty vnitřního pnutí v povlaku a zvýšená vyrovnávací schopnost, lze do těchto lázní přidat částice přísad, např. karbidu křemíku, karbidu wolframu, oxidu hlinitého, karbidu chromu a jiných látek. Použití organických příměsí obsahujících síru ke zvýšení tvrdosti a ke snížení zbytkového vnitřního pnutí je vhodné pouze tehdy, pokud při konečném použití bude výrobek vystaven nízkým nebo středním teplotám. Působení vysokých teplot na povlaky niklu obsahující síru může vést ke křehnutí a praskání povlaku. Tento účinek závisí na čase a může se projevit při teplotě 150 °C, pokud doba zahřátí je dostatečně dlouhá. Povlaky niklu jsou použitelné do teploty 530 °C (viz čl. 5.5.2.2 v MIL-HDBK-808).

Pozornost zasluhuje vzrůstající používání elektrolytického pokovování slitinami niklu pro technické účely. To zahrnuje binární slitiny niklu s kobaltem, železem, manganem, molybdenem, fosforem a wolframem.

Niklové povlaky odolávají atmosférické korozi za vzniku tenké přilnavé vrstvy korozních zplodin. Ve vnitřní atmosféře se koroze projevuje jen velmi pomalou ztrátou lesku, ve vnějších atmosférách, zejména obsahují-li sirné sloučeniny, je proces rychlejší. Odolávají vodě a neutrálním roztokům, vysokou odolnost mají v alkáliích. Zředěným kyselinám odolávají jen tehdy, neobsahují-li oxidační složku. Na atmosféře je polarita povlaku vůči oceli katodická, podmínkou jejich dobré ochranné funkce je proto jejich celistvost. Jednoduché povlaky s vysokým vnitřním pnutím a obsahem síry (vyloučené z leskle pracujících lázní) mají nižší odolnost než povlaky vyloučené z lázně bez organických přísad. Požadují-li se povlaky s nízkým vnitřním pnutím, vylučují se ze sulfamátové lázně. Niklové povlaky s obsahem inertních částic (směsné) mají vyšší odolnost, stejně jako vhodné volené vícevrstvé niklové povlaky.

Nikl klouzající po jiných kovech včetně jiných niklových povrchů a oceli má sklon k zadírání, i když je dobře mazán. Kluzný kontakt niklu s chromem nebo fosforovým

bronzem není vhodnou kombinací. Vzniku problému se předejde nanesením kontaktní vrstvy jiného kovu na povrch niklu.

Černé niklové povlaky se většinou využívají na úpravu interiéru optických přístrojů.

9.2 Označování povlaku

9.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí podkladový materiál, označení jeho normy, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku niklu nebo slitin niklu, typ a tloušťka povlaků nanesených na povlak niklu nebo slitin niklu a úprava po vytvoření povlaku včetně tepelného zpracování.

9.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova "Elektrolyticky vyloučený povlak";
- označení mezinárodní normy, např. ISO 4526;
- pomlčku (–);
- chemickou značku podkladového kovu (viz čl. 9.2.3, poznámku 1 a příklad 1 v čl. 7.2.2);
- lomítka (/);
- symboly povlaku niklu nebo slitiny niklu, jakož i povlaků nanesených před elektrolytickým pokovením nebo po něm; symboly se uvádějí v pořadí nanášení povlaků a jsou odděleny lomítky. Označení povlaku musí obsahovat tloušťku povlaku v mikrometrech a požadavky na tepelné zpracování. Dvě lomítka po sobě se použijí k vyjádření, že příslušný krok byl vynechán nebo se nepožaduje.

9.2.3 Označení podkladového kovu

Podkladový kov se musí označit svou chemickou značkou, u slitiny chemickou značkou její hlavní složky (viz tabulku 1 a poznámku 2 v čl. 7.2.3).

9.2.4 Označení požadavků na tepelné zpracování

Označení požadavků na tepelné zpracování se uvádí takto:

- a) písmeny
 - SR pro tepelné zpracování k odstranění pnutí;
 - ER pro tepelné zpracování ke snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí;
 - HT pro tepelné zpracování k jiným účelům;
- b) v kulatých závorkách se uvede minimální teplota ve stupních Celsia;
- c) doba tepelného zpracování v hodinách (viz příklad 2 v čl. 7.2.4).

9.2.5 Označení typu a tloušťky kovových vrstev

Elektrolyticky vyloučený povlak niklu nebo slitiny niklu pro technické účely se označí symboly uvedenými v tabulkách 20 a 21.

TABULKA 20 – Typy a označování niklových povlaků podle ČSN EN ISO 4526

Typ niklu	Symbol	Obsah síry [hmotnostní podíl %]	Tažnost [%]
Bez síry	sf	< 0,005	> 8
S obsahem síry	sc	> 0,04	-
Nikl bez síry, obsahující částice rozptýlené v niklové matici	pd	< 0,005	> 8

Symbol **sf** znamená nikl elektrolyticky vyloučený z lázní neobsahujících tvrdicí, leskutvorné ani pnutí snižující přísady; takto vzniklé povlaky jsou bez síry.

Symbol **sc** znamená elektrolyticky vyloučené povlaky niklu, které mohou obsahovat síru nebo jiné současně vyloučené prvky či sloučeniny určené ke zvýšení tvrdosti, zjemnění struktury nebo k regulaci vnitřního pnutí v elektrolyticky vyloučeném niklu.

Povlaky niklu pro technické účely se nejčastěji vylučují z Wattsových nebo z amidosíranových (sulfamátových) lázní, jejichž typická složení jsou uvedena v tabulce 21.

TABULKA 21 – Typické složení a provozní podmínky Wattsových a amidosíranových (sulfamátových) niklovacích lázní a mechanické vlastnosti niklu elektrolyticky vyloučeného z těchto lázní

	Wattsova lázeň	Amidosíranová (sulfamátová) lázeň
Složení elektrolytu [g · l⁻¹]		
Síran nikelnatý, NiSO ₄ ·6H ₂ O	225 až 400	-
Amidosíran (sulfamát) nikelnatý, Ni(SO ₃ NH ₂) ₂	-	300 až 450
Chlorid nikelnatý, NiCl ₂ ·6H ₂ O	30 až 60	0 až 10
Kyselina boritá, H ₃ BO ₃	30 až 45	30 až 45
Teplota, [°C]	50 až 65	40 až 65
Míchání	Vzduchem nebo mechanicky	Vzduchem nebo mechanicky
Provozní podmínky		
Katodová proudová hustota, [A · dm ⁻²]	3 až 8	0,5 až 30
Anody	Niklové	Niklové
pH	3,5 až 4,5	3,8 až 4,2
Typické mechanické vlastnosti		
Mez pevnosti v tahu, [MPa]	345 až 485	415 až 610
Tažnost, [%]	10 až 30	5 až 30
Tvrdost podle Vickerse při zatížení 100 gf	130 až 200	170 až 230
Vnitřní pnutí, [MPa]	125 až 185 (tahové)	O až 55 (tahové)
POZNÁMKA: do niklovacích lázní se obvykle přidávají činidla zabraňující tvoření důlků.		

Wattsovy a amidosíranové (sulfamátové) lázně lze upravit k vylučování slitin niklu s kobaltem, železem, manganem nebo fosforem (viz tabulka 22).

Lázně pro vylučování povlaků slitin niklu s molybdenem nebo wolframem se však významně liší od Wattsových či amidosíranových (sulfamátových) lázní.

TABULKA 22 – Typy a označování povlaků binárních slitin niklu podle ČSN EN ISO 4526

Slitina niklu	Symbol	Jmenovité složení [hmotnostní podíl %]
Nikl-kobalt	NiCo	5 až 50 kobaltu
Nikl-železo	NiFe	10 až 30 železa
Nikl-mangan	NiMn	přibližně 0,5 manganu
Nikl-molybden	NiMo	5 až 40 molybdenu
Nikl-wolfram	NiW	5 až 40 wolframu
Elektrolyticky vyloučený nikl-fosfor	NiP	1 až 30 fosforu

9.2.6 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků ISO 4526 elektrolyticky vyloučený povlak niklu pro technické účely o minimální místní tloušťce 50 µm, bez síry, nanesený na ocel (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 4526 – Fe<>//Ni50sf

Podle požadavků ISO 4526 elektrolyticky vyloučený povlak niklu pro technické účely o minimální místní tloušťce 75 µm, bez síry, obsahující částice karbidu křemíku rozptýlené v niklu, nanesený na slitinu hliníku (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 4526 – Al<>//Ni75pd

Dvojitá lomítka v prvních dvou příkladech znamenají, že se nepožaduje tepelné zpracování před elektrolytickým vyloučením povlaku ani po něm.

Podle požadavků ISO 4526 elektrolyticky vyloučený povlak niklu pro technické účely o minimální místní tloušťce 25 µm, bez síry, nanesený na vysokopevnostní ocel (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), u níž bylo před elektrolytickým vyloučením povlaku odstraněno pnutí při teplotě 210 °C po dobu 2 hodin a která byla rovněž tepelně zpracována při teplotě 210 °C po dobu 22 hodin pro odstranění křehkosti, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 4526 – Fe<>/SR(210)2/Ni25sf/ER(210)22

Podle požadavků SAE AMS-QQ-N-290 elektrolyticky vyloučený niklový povlak o tloušťce 20 µm na mědi (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak SAE AMS-QQ-N-290B – Cu<>//Ni Class 1 Grade D

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

- a) označení (viz čl. 9.2);
- b) požadavky na zvláštní zkušební vzorky (viz čl. 9.7.1);
- c) vymezení funkčního povrchu na výkresech výrobků nebo poskytnutím vhodně označených vzorků;
- d) výslednou úpravu povrchu povlaku, např. ve stavu po nanesení povlaku, broušený nebo obrobený nebo leštěný; jinou možností je, že odběratel poskytne nebo schválí vzorky znázorňující vzhled a požadovanou úpravu, které se použijí k porovnání;
- e) typ a velikost vad, jakož i počet vad, které lze připustit na jednom výrobku, na povrchu nebo na čtverečném decimetru povrchu (viz čl. 9.3.1);
- f) další části povrchu, na nichž platí požadavky na minimální tloušťku (viz čl. 9.3.2);
- g) metody zkoušení, které se použijí k měření tloušťky, přilnavosti a pórovitosti a pokud se to požaduje, i vnitřního pnutí a tažnosti (viz čl. 9.8);
- h) mez pevnosti v tahu pro výrobky a požadavky na tepelné zpracování k odstranění pnutí prováděné před elektrolytickým vyloučením povlaků (viz čl. 9.4.1);
- i) požadavky na odstranění vodíkové křehkosti po elektrolytickém vyloučení povlaků a metody zkoušení vodíkové křehkosti (viz čl. 9.5);
- j) přejímací plán a kontrolní úrovně (viz čl. 9.10).

- Doplnkové informace

V případě potřeby lze poskytnout tyto doplňkové informace:

- a) jmenovité složení (nebo specifikaci) a metalurgický stav podkladového kovu, včetně tvrdosti;
POZNÁMKA 3 – U obnovovaných výrobků nemusí být poskytnutí této informace možné, takže zaručit kvalitu povlaku může být v důsledku toho obtížné.
- b) nezbytnost zpevnování kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku nebo po něm (viz čl. 9.4.4);
- c) jakékoli zvláštní požadavky nebo omezení týkající se úpravy před vyloučením povlaku, např. tryskání za mokra místo moření kyselinou;
- d) požadavky na mezivrstvy a/nebo krycí povlaky;
- e) v případě potřeby jakékoli zvláštní požadavky na povrchovou úpravu, tvrdost a přilnavost (viz čl. 9.3.3, 9.3.4 a 9.3.5).

9.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádí ČSN EN ISO 27830, základní a doplňující informace,

kteřé musí odběratel poskytnout výrobci, uvádějí ČSN EN ISO 4526 a SAE AMS-QQ-N-290. Normativní dokumenty pro specifikace požadavků na povlaky niklu jsou uvedeny v tab. 23.

TABULKA 23 – Specifikace pro povlaky niklu

Druh povlaku	Obvyklé tloušťky	Národní standard ^{*)}	Mezinárodní a vojenské standardy
Pro technické účely	viz tab. 20	ČSN EN ISO 4526	ASTM B689, SAE AMS-QQ-N-290, SAE AMS 2403, SAE AMS 2424, SAE AMS 2423, SAE AMS 2451/1, SAE AMS 2451/2, SAE AMS 2451/3
Černý nikl	1 až 2 μm	-	MIL-P-18317
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.			

9.3.1 Vzhled

Povlak musí být na funkčním povrchu hladký a bez viditelných vad, např. bez důlků, trhlin, puchýřů, odloupenutí, tvoření šupin, spálených povlaků a nepokovených ploch. Na okrajích elektrolyticky vyloučeného povlaku pokrývajícího jen část povrchu se po obrábění nebo jiné úpravě předepsané odběratelem nesmí vyskytnout zesílení, výrůstky, nerovné hrany ani jiné vady. K porovnávání se musí používat schválené vzorky výrobků.

Nedokonalosti povlaku vyplývající ze stavu povrchu podkladového kovu, které přetrvávají navzdory správnému dodržování pracovních postupů, nesmějí být příčinou zamítnutí. Odběratel musí stanovit meze přijatelných vad podkladového kovu.

U povlaků, které mají být obráběny, jsou ve stavu po vyloučení povlaku přípustné pouze lehké povrchové kazy, pokud je lze obráběním odstranit. U výrobků elektrolyticky pokovených a následně broušených na přesný rozměr se při broušení nesmí použít chladicí kapalina obsahující síru a musí se postupovat dostatečně jemně, aby nevznikly trhliny. Puchýře nebo trhliny, které jsou viditelné prostým okem a které vznikly tepelným zpracováním nebo broušením provedenými výrobcem povlaku, jsou důvodem pro zamítnutí výrobku.

Povlak černého niklu musí být černý, hladký, jemnozrný. Na vyleštěném podkladovém materiálu musí být povlak černého niklu lesklý, na matném podkladovém materiálu musí být bez lesku.

9.3.2 Tloušťka

Tloušťku povlaku niklu volí konstruktér s ohledem na náročnost provozních podmínek, požadované vlastnosti a funkci povlaku. Tloušťka povlaku specifikovaná označením musí být minimální místní tloušťka. Minimální místní tloušťka elektrolyticky vyloučeného povlaku se měří v libovolném bodě funkčního povrchu, jehož se lze dotknout kuličkou o průměru 20 mm, pokud není stanoveno jinak. Definice a dohody k měření tloušťky jsou uvedeny v ČSN EN ISO 2064 a ASTM B659, metody měření v ČSN EN ISO 3882 a ASTM B659. Typické tloušťky povlaků pro technické účely uvádí tabulka 24. ASTM B689 doporučuje tloušťky 5 μm, 25 μm, 50 μm, 100 μm, 200 μm a větší.

TABULKA 24 – Typické tloušťky povlaků niklu pro technické účely

Tloušťka povlaku	Typ povlaku	Příklady použití
50 – 250 µm	Neobráběný, určený k ochraně proti korozi.	Zařízení pro zpracování potravin.
125 µm až 1 mm	Obráběný (na nových součástech), buď samostatný, nebo jako mezivrstva pod povlak chromu.	Hřídele kompresorů, vnější povrchy vložek válců přicházející do styku s chladicími kapalinami.
až 15 mm	Obráběný (na obnovovaných součástech), buď samostatný, nebo jako mezivrstva pod povlak chromu.	Písty pro hydraulická zařízení, části strojů (hřídele aj.).

Ačkoli tloušťka elektrolyticky vyloučených povlaků niklu není omezena technicky, existují v praxi omezení daná velikostí a geometrií výrobků. Zejména u tlustších povlaků může být obtížné získat hladké povrchy a stejnoměrnou tloušťku povlaku. Elektrolytické pokovování lze v určitých fázích procesu přerušit za účelem obrobení pokoveného povrchu, aby splnil požadavky na vzhled a drsnost povrchu. Pokud se elektrolytické pokovování z tohoto důvodu přeruší, musí být obrobený povrch niklu vhodně reaktivován, aby se zajistila přilnavost následujících vrstev niklu. K dosažení stejnoměrné tloušťky povlaku lze použít pomocné anody a/nebo selektivní stínění.

9.3.3 Tvrdost

Je-li požadovaná hodnota tvrdosti povlaku, musí být kontrolována některým z normovaných postupů uvedených v tabulce 26. Při vylučování povlaku z Wattsovy lázně je tvrdost podle Vickerse při zatížení 100 gf od 130 do 200, při vylučování povlaku z amidosíranové (sulfamátové) lázně od 170 do 230.

9.3.4 Tažnost

Tažnost elektrolyticky vyloučených povlaků niklu a slitin niklu je důležitá u aplikací, kde je po pokovení nezbytné ohýbání nebo tváření, např. u mnohých elektrotechnických a elektronických aplikací. Nedostatečná tažnost může vést k praskání povlaku během tváření. Tažnost povlaků niklu bez síry je obvykle vyšší než 8 %.

Odběratel musí předepsat požadovanou tažnost a metodu jejího měření. Tažnost se často měří metodou ohybu na válcovém trnu popsanou v ČSN EN ISO 8401. Tažnost elektrolyticky vyloučeného niklu, měřená poměrným prodloužením v procentech, se pohybuje od 10 % do 30 % u povlaků z Wattsových lázní a od 5 % do 30 % u povlaků z amidosíranových (sulfamátových) niklovacích lázní (v závislosti na pH, teplotě a proudové hustotě). Tažnost povlaků niklu bez síry lze zvýšit tepelným zpracováním po vyloučení povlaku.

9.3.5 Přilnavost

Pokovený výrobek nebo zvláštní vzorek musí vyhovět při zkouškách ohybem, pilováním nebo tepelným rázem, které jsou popsány v ČSN ISO 2819. Vedle uvedených metod zkoušení ČSN ISO 2819 ještě doporučuje zkoušet přilnavost niklových povlaků leštěním, leštěním kuličkami, odtržením pájením nebo lepením, dlátem, rýskami, broušením a řezáním, tahem, hloubením podle Erichsena nebo podle Romanoffa, kuličkováním a navodíkováním. Povlak niklu nesmí po zkoušce vykazovat známky oddělení od podkladového kovu nebo mezivrstvy. Metody zkoušení přilnavosti jsou rovněž uvedeny v ASTM B571.

Slitiny hliníku lze pro zlepšení přilnavosti povlaku tepelně zpracovat po vyloučení povlaku při teplotě 130 °C. Toto zpracování se nedoporučuje u slitin, u nichž by mohlo při této teplotě nebo nad ní dojít ke znehodnocení. Za zajištění, aby výsledkem metody přípravy povrchu před elektrolytickým vyloučením povlaku byl povrch umožňující splnění požadavků tohoto článku, odpovídá výrobce povlaku.

9.3.6 Pórovitost

Pokovené výrobky musí být dostatečně odolné proti korozi a bez pórů tak, aby vyhověly některé ze zkoušek pórovitosti podle specifikací uvedených v tabulce 26. Přehled zkoušek pórovitosti uvádí ČSN EN ISO 10308 nebo ASTM B765.

ČSN EN ISO 4526 předepisuje pro elektrolyticky pokovené železné výrobky nebo zvláštní reprezentativní zkušební vzorky zkoušku pórovitosti horkou vodou popsanou v příloze C, nebo modifikovanou ferroxylou zkoušku popsanou v příloze D této normy. Po zkoušení se výrobky musí vyhodnotit podle ČSN EN ISO 10289. Jestliže se zjistí jakýkoli stupeň pórovitosti, musí se výrobky označit za nevyhovující, pokud odběratel nepředepsal něco jiného.

9.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Normalizované postupy pro úpravu podkladového kovu uvádějí národní a mezinárodní standardy specifikované v tabulce 25.

TABULKA 25 – Příprava podkladu

	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní standardy
Postupy pro uvolnění vnitřního pnutí	ČSN EN ISO 4526	ISO 9587, ASTM B849, SAE AMS 2403, SAE AMS-QQ-N-290, SAE AMS 2423, SAE AMS 2424
Postupy čištění, úpravy a kontroly stavu podkladového materiálu	ČSN EN ISO 4526	ISO 12686, ASTM B183, ASTM B242, ASTM B254, ASTM B320, ASTM B322, ASTM F22, SAE AMS-QQ-N-290, SAE AMS 2423, SAE AMS 2424, SAE AMS 2403, SAE AMS 2644, ASTM E1417
Kuličkování kovových součástí	-	ISO 12686, MIL-HDBK-808, ASTM B851
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.		

9.4.1 Tepelné zpracování k odstranění pnutí před vyloučením povlaku

Všeobecné požadavky na úpravu podkladového kovu uvádí čl. 6.4. Pokud to předepíše odběratel, musí se ocelové součásti s mezí pevnosti v tahu rovné nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC) a ty, v nichž se vyskytují tahová pnutí vyvolaná obráběním, broušením, rovnáním nebo tvářením za studena, podrobit tepelnému zpracování k odstranění pnutí před čištěním a vyloučením povlaku. Postupy a třídy tepelného zpracování k odstranění pnutí musí odpovídat těm, které předepsal odběratel, nebo odběratel může předepsat vhodné postupy a třídy z ISO 9587 nebo ASTM B849.

9.4.2 Čištění podkladového kovu před vyloučením povlaku

Oceli s oxidy nebo okujemi se musí před nanesením povlaků očistit. U vysokopevnostních ocelí se dává přednost neelektrolytickému alkalickému

a anodickému alkalickému čištění, jakož i mechanickým postupům čištění, aby se předešlo nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti během čištění. V případě mechanického čištění vysokopevnostních ocelí (s pevností v tahu vyšší než 1 400 MPa) se má vzít v úvahu možnost přehřátí.

Čištění podkladového kovu (např. abrazivním tryskáním) může vést ke vzniku spáleného povrchu, který způsobuje špatnou přilnavost.

Leptací roztoky obsahující chromany nejsou vhodné k použití před elektrolytickým vyloučením povlaku, protože mohou způsobit znečištění niklovací lázně, které může vést k tvorbě puchýřů, důlků a odlupování povlaku.

9.4.3 Požadavky na mezivrstvy

Nikl nelze elektrolyticky nanášet přímo na olovo, zinek, slitiny na bázi zinku, slitiny hliníku a slitiny na bázi mědi obsahující více než 40 % zinku. Zinek a slitiny na bázi zinku, i slitiny mědi obsahující více než 40 % zinku, vyžadují před vyloučením niklu nanést mezivrstvu mědi (o minimální tloušťce 8 μm až 10 μm).

Hliník a jeho slitiny se k elektrolytickému vyloučení povlaku nejčastěji připravují pomocí zinečnanových nebo cíničitanových roztoků. Takto nanesený kov se pak před vyloučením niklu překryje mědí nebo jinou mezivrstvou.

9.4.4 Kuličkování

Niklové povlaky na některých ocelích mohou způsobit snížení meze únavy. Tento vliv lze omezit na minimum kuličkováním povrchu oceli před vyloučením povlaku. Jestliže je odběratelem předepsáno řízené zpevňování kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku nebo po něm, musí se provádět v souladu s ISO 12686 nebo ASTM B851, kde je rovněž popsána metoda měření intenzity zpevňování kuličkováním.

Zpevňování kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku a po něm omezuje snížení meze únavy, k němuž dochází u vysokopevnostních ocelí elektrolyticky pokovených povlaky namáhanými v tahu. Je doporučeno u součástí, které jsou v provozu opakovaně podrobovány složitým namáháním. K další faktorům ovlivňujícím únavovou životnost patří tloušťka povlaku, která má být co nejmenší s ohledem na očekávané provozní podmínky a zbytkové vnitřní pnutí v povlaku, které má být co nejnižší. Tlaková pnutí způsobená kuličkováním zvyšují korozní odolnost a odolnost proti koroznímu praskání.

9.5 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Postupy tepelného zpracování pro snížení vodíkové křehkosti uvádí čl. 6.5.3.1 tohoto standardu, ISO 9588, ASTM B850, SAE AMS-QQ-N-290 a SAE AMS 2759/9.

Ocelové součásti s pevností v tahu rovnou nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC), jakož i povrchově zpevněné součásti, se musí podrobit tepelnému zpracování k odstranění vodíkové křehkosti v souladu s postupy a třídami uvedenými v ISO 9588 nebo předepsanými odběratelem. Účinnost zpracování k odstranění křehkosti lze stanovit metodou předepsanou odběratelem, nebo zkušebními metodami popsány v normách (např. ISO 10587 popisuje metodu zkoušení závitových součástí ke stanovení zbytkové vodíkové křehkosti po tepelném zpracování a ISO 15724 metodu měření relativní koncentrace vodíku schopného difuze v ocelích).

Elektrolyticky pokovené pružiny nebo jiné součásti namáhané ohybem se nesmějí ohýbat před tepelným zpracováním k odstranění vodíkové křehkosti.

Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu a slitin niklu obsahující malá množství síry (sc nikl) při zahřátí na teplotu nad 200 °C mění barvu a křehnou. Přesná teplota křehnutí závisí na obsahu síry v niklu a na době působení zvýšené teploty.

9.6 Vnitřní pnutí povlaků

Vnitřní pnutí v elektrolyticky vyloučených povlacích niklu a slitin niklu se pohybují v širokém rozsahu. Při vylučování povlaku z Wattsovy lázně je tahové vnitřní pnutí 125 MPa až 185 MPa, při vylučování povlaku z amidosíranové (sulfamátové) lázně je tahové vnitřní pnutí 0 MPa až 55 MPa. ČSN EN ISO 4526 uvádí, že vysoká tahová nebo tlaková pnutí převyšující 100 MPa mohou vést k obtížím při vytváření povlaku. K dispozici jsou organické přísady snižující vnitřní pnutí, musí se však používat opatrně, protože zvyšují obsah síry v povlaku a mohou rovněž vyvolat tlakové pnutí. Povlaky niklu a slitin niklu obsahující síru budou pravděpodobně při zahřátí na teplotu nad 200 °C během vytváření povlaku nebo při provozu křehnout, což závisí na době působení zvýšené teploty. Vyrovnávací činidla mají sklon k tomu zvyšovat vnitřní pnutí v povlaku ve směru tahu.

K dispozici jsou různé metody měření vnitřního pnutí v povlacích (spirálním kontraktometrem, tuhými pásky i jiné), nebyly však normalizovány na mezinárodní úrovni. Existují jen národní normy na měření vnitřního pnutí. Dodavatel zařízení na měření vnitřního pnutí může rovněž poskytnout podrobnosti o tom, jak lze měřit vnitřní pnutí v elektrolyticky vyloučených povlacích.

9.7 Vlivy nečistot v niklovacích lázních

- a) Hliník a křemík způsobují zákal na plochách se střední až vysokou proudovou hustotou a malou drsnost povlaku.
- b) Železo způsobuje drsnost.
- c) Vápník přispívá ke vzniku jehlovitě drsného povrchu v důsledku vysrážení síranu vápenatého, jestliže obsah síranu vápenatého v lázni přesáhne 0,5 g·l⁻¹ vápníku při 60 °C.
- d) Chrom v podobě chromanu způsobuje tmavé proužky, tvorbu plynů při vysokých proudových hustotách a může vyvolat odlupování.
- e) Trojmocný chrom může způsobit zákal a drsnost, podobně jako železo, křemík a hliník.
- f) Měď, zinek, kadmium a olovo ovlivňují plochy s nízkou proudovou hustotou, způsobují zákal a vznik tmavých až černých povlaků.

Organická znečištění mohou způsobit zákal nebo zamlženost lesklých povlaků a naopak mohou způsobit, že povlaky zamýšlené jako matné budou pololesklé nebo lesklé.

9.8 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled volitelných metod zkoušení uvádí tabulka 26. Návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B. Metody vzorkování se musí vybrat z postupů specifikovaných v ČSN EN ISO 4519. Úrovně přijetí musí být specifikovány odběratelem.

TABULKA 26 – Zkoušky znaků kvality niklových povlaků

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	vizuálně	Dle čl. 9.3.1.
Tloušťka *)	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN ISO 2361+, ASTM B530+ ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568, ČSN EN ISO 9220, ASTM B748 ČSN EN ISO 3543, ASTM B567	Dle požadavků odběratele.
Přilnavost	ČSN ISO 2819, ASTM B571	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Tvrдость **)	ČSN EN ISO 4516, ASTM B578	Dle požadavků odběratele.
Tažnost **)	ČSN EN ISO 8401, ASTM B489	Dle požadavků odběratele.
Vodíková křehkost **)	ISO 10587, ISO 15724	Nepřípustný je vznik trhlin.
Pórovitost **)	ČSN EN ISO 10308, ASTM B765, ČSN EN ISO 4526, ASTM B689, ISO 10289	Dle požadavků odběratele.
POZNÁMKY: *) stanovení tloušťky mezivrstvy, je-li odběratelem požadována; **) jsou-li tyto znaky kvality odběratelem požadovány; + metoda je použitelná jen pro povlaky niklu, je citlivá na změny permeability povlaku.		

9.9 Zvláštní zkušební vzorky

Pokud pokovené výrobky nejsou vhodné pro zkoušky, nebo pokud není účelné podrobit pokovené výrobky destruktivním zkouškám (protože je jich málo nebo jsou drahé), lze pro měření přilnavosti, tloušťky, pórovitosti, korozní odolnosti, tvrdosti a dalších vlastností použít zvláštní zkušební vzorky. Zvláštní zkušební vzorky musí být zhotoveny ze stejného materiálu, musí mít stejný metalurgický stav a stejný stav povrchu jako pokovené výrobky a musí se zhotovit společně s pokovenými výrobky, které reprezentují.

Při použití zvláštních nebo reprezentativních zkušebních vzorků ke zjištění, zda jsou splněny požadavky příslušné normy, musí odběratel specifikovat počet použitých zkušebních vzorků, materiál, ze kterého musí být vyrobeny, jejich tvar a rozměry.

9.10 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 9.8.

Přejímací postupy jsou stanoveny ČSN ISO 2859-1, ČSN ISO 4519 a MIL-STD-1916. Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

9.11 Opravy niklových povlaků

Postupy opravy poškozených nebo opotřebených povlaků uvádí SAE AMS 2451/1, SAE AMS 2451/2, SAE AMS 2451/3 a SAE AMS 2451/7.

10 Elektrolyticky vyloučené povlaky niklu, nikl–chrom, měď–nikl a měď–nikl–chrom

10.1 Rozsah použití

Elektrolytické povlaky niklu, nikl–chrom, měď–nikl a měď–nikl–chrom vyloučené na železe, oceli, slitinách zinku, mědi a slitinách mědi, hliníku a jeho slitinách jsou určeny k dekorativním účelům a k zlepšení korozní odolnosti. Požadavky na tyto povlaky specifikuje ČSN EN ISO 1456, pro mezinárodní projekty se využívá ASTM B456.

Povlaky niklu a měď–nikl bez krycích chromových povlaků, které jsou v ČSN EN ISO 1456 specifikovány, jsou vhodné pro použití v podmínkách, kde se třením nebo manipulací při provozu nebo použitím jiného krycího povlaku než chromového zabraňuje nabíhání. Jsou také vhodné pro způsoby použití, kde nabíhání není důležité.

Povlaky určené pro protikorozní ochranu v exteriérech (tj. jsou ovlivňované korozivním působením vnější atmosféry) musí být buď periodicky ošetřovány mazivy, nebo musí být vyloučené na min. 40 μm mezivrstvě niklu (viz požadavky čl. 5.5.1.1 v MIL-HDBK-808 a čl. 5.4.3.2.1 v MIL-STD-1568).

Požadavky na povlaky niklu pro technické účely jsou uvedeny v kapitole 9, požadavky na povlaky chromu pro technické účely jsou uvedeny v kapitole 8.

10.2 Označování povlaku

10.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku.

Označením se stanoví v pořadí podkladový materiál, označení jeho normy, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku niklu nebo slitin niklu, typ a tloušťka povlaků nanesených na povlak niklu nebo slitin niklu a úprava po vytvoření povlaku včetně tepelného zpracování.

10.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova "Elektrolyticky vyloučený povlak", označení požadované mezinárodní normy, např. ISO 1456 a pomlčku (–);
- chemickou značku podkladového kovu (viz tabulka 1); k zajištění vhodné přípravy povrchu, tedy i přilnavosti povlaku k podkladu, je důležité identifikovat konkrétní slitinu (označení dle poznámky 1 a příkladu 1 v čl. 7.2.2) a její metalurgický stav (popouštěná, nitridovaná atd.);
- požadavky na tepelné zpracování pro odstranění vnitřního pnutí před elektrolytickým pokovením SR, v kulatých závorkách minimální teplota (ve °C), doba trvání tepelného zpracování v hodinách (h);
- lomítka (/); dvě lomítka po sobě se použijí k vyjádření, že příslušný krok byl vynechán nebo se nepožaduje;
- chemickou značku mědi (Cu), jestliže se jako mezivrstva použije měď nebo mosaz, obsahující více než 50 % mědi, číslo udávající minimální místní tloušťku mědi v mikrometrech (μm) a písmeno udávající typ povlaku mědi (viz tabulka 27);

- lomítko (/);
- symboly povlaku niklu nebo slitiny niklu (Ni), číslo udávající minimální místní tloušťku niklu v mikrometrech (μm) a písmeno udávající typ povlaku niklu (viz tabulka 27);
- lomítko (/);
- požadavky na tepelné zpracování pro odstranění vodíkové křehkosti po elektrolytickém pokovení ER, v kulatých závorkách minimální teplota (ve $^{\circ}\text{C}$), doba trvání tepelného zpracování v hodinách (h);
- lomítko (/);
- jestliže má být na nikl nanesen ještě povlak chromu, jeho chemickou značku (Cr), číslo udávající minimální místní tloušťku chromu v mikrometrech (μm) a písmeno udávající typ povlaku chromu (viz tabulka 27).

TABULKA 27 – Typy a označování povlaků podle ČSN EN ISO 1456 a ASTM B456

Povlak	Symbol	Vlastnosti povlaku	Upřesňující údaje odběratele
Cu	a	Tažný vyrovnávací měděný povlak elektrolyticky vyloučený z kyselých lázní	–
Ni	b	Povlak niklový dekorativní lesklý, pololesklý nebo saténový s obsahem síry a s lamelární strukturou	Musí být stanoven typ niklového povlaku
	i	Povlak niklový lesklý, pololesklý nebo matný s vysokým obsahem síry a s lamelární strukturou	Musí být stanoven typ niklového povlaku
	p	Povlak niklový matný nebo pololesklý, dodatečně mechanicky leštěný	Musí být stanoven typ niklového povlaku dodatečně leštěného
	s	Povlak niklový matný nebo pololesklý neobsahující síru, se sloupcovitou strukturou, bez dodatečného mechanického leštění	Musí být stanoven typ niklového povlaku
	d	Dvouvrstvý niklový povlak *) (s = 30 až 60 % + b = 40 až 70 % celkové tloušťky) nebo třívrstvý povlak**) (s \geq 50 % + i = 10 % + b \leq 40 % celkové tloušťky)	Nutno specifikovat počet vrstev povlaku a je-li požadovaná zkouška tvárnosti
Cr	r	Obyčejný chromový povlak (min. místní tloušťka 0,3 μm)	–
	b	Černý chromový povlak (min. místní tloušťka 0,5 až 2 μm)	–
	mc***)	Mikrotrhlinkový chromový povlak, obsahuje ve všech směrech na 1 cm více než 200 trhlín tvořících uzavřenou síť na celém funkčním povrchu, (min. tloušťka 0,5 až 0,8 μm , možno i vyšší)	Požadavek na minim. místní tloušťku nutno uvést v označení povlaku
	mp ***)	Mikroporézní chromový povlak, který obsahuje nejméně 10^4 pórů na 1 cm^2 , (min. místní tloušťka 0,3 μm)	–
POZNÁMKY: *) s – spodní, b – vrchní vrstva niklového povlaku, **) s – spodní, i – střední, b – vrchní vrstva niklového povlaku, ***) tendenci k matování povlaku lze omezit zvětšením minimální tloušťky na 0,5 μm .			

10.2.3 Označení podkladového kovu

Podkladový kov se musí označit svou chemickou značkou, u slitiny chemickou značkou její hlavní složky (viz tabulku 1 a poznámku 2 v čl. 7.2.3).

10.2.4 Označení požadavků na tepelné zpracování

Označení požadavků na tepelné zpracování kovů se uvádí písmeny:

- SR pro tepelné zpracování k odstranění pnutí;
- ER pro tepelné zpracování ke snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí;
- HT pro tepelné zpracování k jiným účelům;

V kulatých závorkách se uvede minimální teplota ve stupních Celsia, za ní doba tepelného zpracování v hodinách (viz příklad 2 v čl. 7.2.4).

10.2.5 Označení typu a tloušťky kovových povlaků

Povlaky niklu, nikl-chrom, měď-nikl a měď-nikl-chrom, vyloučené na železných i neželezných podkladových kovech, se označí podle ČSN EN ISO 1456 nebo ASTM B456 symboly uvedenými v tabulce 27.

10.2.6 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků ISO 1456 elektrolyticky vyloučený povlak na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), zahrnující měděný povlak o tloušťce minimálně 15 µm a lesklý niklový povlak o tloušťce minimálně 15 µm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 1456 – Fe<>/Cu15a/Ni15b

Podle požadavků ISO 1456 elektrolyticky vyloučený povlak na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a 7.2.3), složený z 30 µm lesklého niklu a 0,3 µm mikrotrhlinkového chromu, s tepelným zpracováním k odstranění vnitřního pnutí před vyloučením povlaku (při teplotě 200 °C po dobu 3 hodin) a s tepelným zpracováním k odstranění vodíkové křehkosti po vyloučení povlaku (při teplotě 210 °C po dobu 8 hodin), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 1456 – Fe<>/SR(200)3/Ni30b/ER(210)8/Cr mc

Podle požadavků EN ISO 1456 elektrolyticky vyloučený povlak na zinkovém odlitku (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), zahrnující měděný povlak o tloušťce 15 µm, dvouvrstvý niklový povlak o tloušťce 20 µm a mikrotrhlinkový chromový povlak o tloušťce 0,3 µm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak EN ISO 1456 – Zn<>/Cu15a/Ni20d/Cr mc

Podle požadavků SAE AMS-QQ-N-290 a SAE AMS 2406 elektrolyticky vyloučený povlak na mědi (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), zahrnující niklový povlak o tloušťce 20 µm a chromový saténový povlak o tloušťce 0,25 µm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak SAE AMS-QQ-N-290, SAE AMS 2406 – Cu<>/Ni Class 1 Grade D/Cr Class 1 Type II

Podle požadavků ASTM B456 elektrolyticky vyloučený povlak na mědi (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), zahrnující niklový povlak o tloušťce 25 µm a chromový mikrotrhlinkový povlak o tloušťce 0,25 µm, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ASTM B456 –Cu</>/Ni25dCr mc

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

Při objednávání elektrolytického pokovení výrobků podle mezinárodní normy EN ISO 1456 musí odběratel poskytnout tyto informace v písemné formě, např. ve smlouvě nebo objednávce, popř. na výkresech:

- a) označení (viz čl. 10.2.2);
- b) požadavky na zvláštní zkušební vzorky (viz čl. 10.7.1);
- c) vymezení funkčního povrchu na výkresech výrobků nebo poskytnutím vhodně označených vzorků;
- d) výslednou úpravu povrchu povlaku, např. ve stavu po nanesení povlaku, broušený nebo obrobený nebo leštěný; jinou možností je, že odběratel poskytne nebo schválí vzorky znázorňující vzhled a požadovanou úpravu, které se použijí k porovnání;
- e) typ a velikost vad, jakož i počet vad, které lze připustit na jednom výrobku, na povrchu nebo na čtverečném decimetru povrchu (viz čl. 10.3);
- f) další části povrchu, na nichž platí požadavky na minimální tloušťku (viz čl. 10.3.2);
- g) metody zkoušení, které se použijí k měření tloušťky, přilnavosti a pórovitosti a pokud se to požaduje, i vnitřního pnutí a tažnosti (viz čl. 10.6);
- h) mez pevnosti v tahu pro výrobky a požadavky na tepelné zpracování k odstranění pnutí prováděné před elektrolytickým vyloučením povlaků (viz čl. 10.4.1);
- i) požadavky na odstranění vodíkové křehkosti po elektrolytickém vyloučení povlaků a metody zkoušení vodíkové křehkosti (viz čl. 10.5);
- j) přejímací plán a kontrolní úrovně (viz čl. 10.9).

- Doplnkové informace

V případě potřeby lze poskytnout tyto doplňkové informace:

- a) jmenovité složení (nebo specifikaci) a metalurgický stav podkladového kovu, včetně tvrdosti;
POZNÁMKA 4 – U obnovovaných výrobků nemusí být poskytnutí této informace možné, takže zaručit kvalitu povlaku může být v důsledku toho obtížné.
- b) nezbytnost zpevňování kuličkováním před elektrolytickým vyloučením povlaku nebo po něm;
- c) jakékoli zvláštní požadavky nebo omezení týkající se úpravy před vyloučením povlaku, např. tryskání za mokra místo moření kyselinou;
- d) požadavky na mezivrstvy a/nebo krycí povlaky;
- e) jakékoli požadavky na zkoušky STEP (viz ČSN EN ISO 1456 a ASTM B764);

- f) v případě potřeby jakékoli zvláštní požadavky na povrchovou úpravu, tvrdost a přilnavost (viz čl. 10.3.3, 10.3.4 a 10.3.5).

10.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádí ČSN EN ISO 27830, základní a doplňující informace, které musí odběratel poskytnout výrobcí, uvádějí normy ČSN EN ISO 1456, ASTM B456 a SAE AMS-QQ-N-290. Normativní dokumenty pro specifikace požadavků na povlaky jsou uvedeny v tabulce 28.

TABULKA 28 – Specifikace typu povlaků

Druh povlaku	Obvyklé tloušťky	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní a vojenské standardy
Pro dekorativní účely a zlepšení korozní odolnosti výrobku	viz tabulky 25 až 28	ČSN EN ISO 1456 ČSN EN ISO 27830 ČSN EN 248	ISO 27830, ASTM B456, MIL-P-18317, SAE AMS-QQ-N-290, SAE AMS 2424
POZNÁMKA: *) návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.			

10.3.1 Vzhled

Povlak musí být na funkčním povrchu hladký a bez viditelných vad, např. důlků, trhlin, puchýřů, odloupenutí, tvoření šupin, spálených povlaků a nepokovených ploch.

Specifikace týkající se pokovovaných výrobků může alternativně obsahovat přiměřená omezení rozsahu přípustných vad povrchu způsobených tvářením.

10.3.2 Tloušťka

Tloušťku povlaku volí konstruktér s ohledem na náročnost provozních podmínek, požadované vlastnosti a funkci povlaku. Stupnice provozních podmínek:

- | | | |
|---|-------------------|--|
| 1 | Mírné | Provoz v budovách v teplé suché atmosféře (např. v kancelářích) |
| 2 | Střední | Provoz v budovách na místech s možným výskytem kondenzace (např. v koupelnách, kuchyních) |
| 3 | Náročné | Provoz na venkovní atmosféře, při němž může dojít k nahodilému i častému ovlhčení (např. venkovní nábytek, jízdní kola, nemocniční zařízení) |
| 4 | Velmi náročné | Provoz na venkovní atmosféře ve velmi náročných podmínkách (např. součásti automobilů, zařízení člunů) |
| 5 | Mimořádně náročné | Provoz na venkovní atmosféře v mimořádně náročných podmínkách (např. součásti vozidel – nárazníky, kola) |

Tloušťka elektrolyticky vyloučeného povlaku specifikovaná označením, musí být minimální místní tloušťka, která se měří v libovolném bodě funkčního povrchu, jehož se lze dotknout kuličkou o průměru 20 mm, pokud není stanoveno jinak.

U dvouvrstvých nebo třívrstvých niklových povlaků musí být celková minimální místní tloušťka niklu předepsána v označení.

Dohody k měření tloušťky jsou uvedeny v ČSN EN ISO 2064 a ASTM B659, metody měření v ČSN EN ISO 3882 a ASTM B659.

Jako rozhodčí metoda pro stanovení tloušťky chromového a niklového povlaku o tloušťce menší než 10 µm se použije ČSN EN ISO 2177 (coulometrická metoda).

Pro stanovení tloušťky niklových povlaků a mezivrstev o tloušťce větší než 10 µm se jako rozhodčí metoda použije ČSN EN ISO 1463 (mikroskopická metoda).

Typické tloušťky povlaků určené především pro dekorativní účely a k zlepšení korozní odolnosti uvádějí tabulky 29 až 32.

TABULKA 29 – Povlaky niklu podle ČSN EN ISO 1456

Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Část označení povlaků			
	na železe nebo oceli	na slitinách zinku ^{*)}	na mědi a slitinách mědi ^{*)}	na hliníku a slitinách hliníku ^{*)}
1	Fe/Ni10p Fe/Ni10s Fe/Ni10b	Zn/Ni10p Zn/Ni10s Zn/Ni10b	Cu/Ni8s Cu/Ni8b	Al/Ni10b
2	Fe/Ni20p Fe/Ni20s Fe/Ni20b Fe/Ni20d	Zn/Ni15d Zn/Ni20p Zn/Ni20s Zn/Ni20b	Cu/Ni15p Cu/Ni15s Cu/Ni15b	Al/Ni20d Al/Ni25p Al/Ni25s Al/Ni25b
3	Fe/Ni30d Fe/Ni35p Fe/Ni35s Fe/Ni35b	Zn/Ni30d Zn/Ni40p Zn/Ni40s Zn/Ni40b	Cu/Ni20d Cu/Ni25p Cu/Ni25s Cu/Ni25b	Al/Ni30d Al/Ni35p Al/Ni35s Al/Ni35b

POZNÁMKA: ⁺⁾ viz stupnici provozních podmínek v čl. 10.3.2.
^{*)} viz 10.4.3.

TABULKA 30 – Povlaky měď-nikl podle ČSN EN ISO 1456

Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Část označení povlaků	
	na železe nebo oceli ^{*)}	na slitinách zinku
1	Fe/Cu10a/Ni5p Fe/Cu10a/Ni5s Fe/Cu10a/Ni5b	Zn/Cu10a/Ni10p Zn/Cu10a/Ni10s Zn/Cu10a/Ni10b
2	Fe/Cu15a/Ni15p Fe/Cu15a/Ni15s Fe/Cu15a/Ni15s Fe/Cu15a/Ni15d	Zn/Cu15a/Ni10d Zn/Cu15a/Ni15p Zn/Cu15a/Ni15s Zn/Cu15a/Ni15b
3	Fe/Cu15a/Ni20d Fe/Cu15a/Ni25p Fe/Cu15a/Ni25s Fe/Cu15a/Ni25b	Zn/Cu20/Ni25d Zn/Cu20/Ni30p Zn/Cu20/Ni30s Zn/Cu20/Ni30b

POZNÁMKY:
⁺⁾ Viz stupnici provozních podmínek v čl. 10.3.2.
^{*)} Na železo a ocel se před vyloučením tažného měděného povlaku z kyselé mědicí lázně obvykle nanáší měděný základní povlak o tloušťce 5 µm až 10 µm z kyanidové lázně, aby se zabránilo cementaci mědi a vzniku špatně přilnavého povlaku. Měděný základní povlak nelze nahradit jakoukoli velkou částí tažného měděného povlaku z kyselé lázně.

TABULKA 31 – Povlaky nikel–chrom podle ČSN EN ISO 1456

Stupeň provozních podmínek ^{+))}	Část označení povlaků			
	na železe nebo oceli	na slitinách zinku*)	na mědi a slitinách mědi*)	na hliníku a slitinách hliníku*)
1	Fe/Ni10p/Crr	Zn/Ni10p/Crr		
	Fe/Ni10p/Crmc	Zn/Ni10p/Crmc		
	Fe/Ni10p/Crmp	Zn/Ni10p/Crmp		
	Fe/Ni10p/Crb	Zn/Ni10p/Crb		
	Fe/Ni10s/Crr	Zn/Ni10s/Crr	Cu/Ni8s/Crr	
	Fe/Ni10s/Crmc	Zn/Ni10s/Crmc		
	Fe/Ni10s/Crmp	Zn/Ni10s/Crmp		
	Fe/Ni10s/Crb	Zn/Ni10s/Crb	Cu/Ni8s/Crb	
	Fe/Ni10b/Crr	Zn/Ni10b/Crr	Cu/Ni8b/Crr	Al/Ni10b/Crr
	Fe/Ni10b/Crmc	Zn/Ni10b/Crmc		
	Fe/Ni10b/Crmp	Zn/Ni10b/Crmp		
	Fe/Ni10b/Crb	Zn/Ni10b/Crb	Cu/Ni8b/Crb	
2	Fe/Ni20p/Crr	Zn/Ni20p/Crr	Cu/Ni12p/Crr	Al/Ni25p/Crr
	Fe/Ni15p/Crmc	Zn/Ni15p/Crmc	Cu/Ni10p/Crmc	Al/Ni20p/Crmp
	Fe/Ni15p/Crmp	Zn/Ni15p/Crmp	Cu/Ni10p/Crmp	Al/Ni20p/Crmp
	Fe/Ni15p/Crb	Zn/Ni15p/Crb	Cu/Ni10p/Crb	
	Fe/Ni20s/Crr	Zn/Ni20s/Crr	Cu/Ni12s/Crr	Al/Ni25s/Crr
	Fe/Ni15s/Crmc	Zn/Ni15s/Crmc	Cu/Ni10s/Crmc	Al/Ni20s/Crmp
2	Fe/Ni15s/Crmp	Zn/Ni15s/Crmp	Cu/Ni10s/Crmp	Al/Ni20s/Crmp
	Fe/Ni15s/Crb	Zn/Ni15s/Crb	Cu/Ni10s/Crb	
	Fe/Ni20b/Crr	Zn/Ni20b/Crr	Cu/Ni12b/Crr	Al/Ni25b/Crr
	Fe/Ni15b/Crmc	Zn/Ni15b/Crmc	Cu/Ni10b/Crmc	Al/Ni20b/Crmp
	Fe/Ni15b/Crmp	Zn/Ni15b/Crmp	Cu/Ni10b/Crmp	Al/Ni20b/Crmp
	Fe/Ni15b/Crb	Zn/Ni15b/Crb	Cu/Ni10b/Crb	
	Fe/Ni20d/Crr	Zn/Ni20d/Crr		Al/Ni25d/Crr
	Fe/Ni15d/Crmc	Zn/Ni15d/Crmc		Al/Ni20d/Crmp
	Fe/Ni15d/Crmp	Zn/Ni15d/Crmp		Al/Ni20d/Crmp
Fe/Ni15d/Crb	Zn/Ni15d/Crb			
3	Fe/Ni35p/Crr	Zn/Ni35p/Crr	Cu/Ni20p/Crr	Al/Ni35p/Crr
	Fe/Ni30p/Crmc	Zn/Ni30p/Crmc	Cu/Ni15p/Crmc	Al/Ni30p/Crmp
	Fe/Ni30p/Crmp	Zn/Ni30p/Crmp	Cu/Ni15p/Crmp	Al/Ni30p/Crmp
	Fe/Ni30p/Crb	Zn/Ni30p/Crb	Cu/Ni15p/Crb	
	Fe/Ni35s/Crr	Zn/Ni35s/Crr	Cu/Ni20s/Crr	
	Fe/Ni30s/Crmc	Zn/Ni30s/Crmc	Cu/Ni15s/Crmc	
	Fe/Ni30s/Crmp	Zn/Ni30s/Crmp	Cu/Ni15s/Crmp	
	Fe/Ni30s/Crb	Zn/Ni30s/Crb	Cu/Ni15s/Crb	
	Fe/Ni35b/Crr	Zn/Ni35b/Crr	Cu/Ni20b/Crr	Al/Ni35b/Crr
	Fe/Ni30b/Crmc	Zn/Ni30b/Crmc	Cu/Ni15b/Crmc	Al/Ni30b/Crmp

Stupeň provozních podmínek ^{+))}	Část označení povlaků			
	na železe nebo oceli	na slitinách zinku ^{*)}	na mědi a slitinách mědi ^{*)}	na hliníku a slitinách hliníku ^{*)}
	Fe/Ni30b/Crmp	Zn/Ni30b/Crmp	Cu/Ni15b/Crmp	Al/Ni30b/Crmp
	Fe/Ni30b/Crb	Zn/Ni30b/Crb	Cu/Ni15b/Crb	
	Fe/Ni35d/Crr	Zn/Ni30d/Crr	Cu/Ni15d/Crr	Al/Ni30d/Crr
	Fe/Ni25d/Crmc	Zn/Ni25d/Crmc	Cu/Ni12d/Crmc	Al/Ni25d/Crmp
	Fe/Ni25d/Crmp	Zn/Ni25d/Crmp	Cu/Ni12d/Crmp	Al/Ni25d/Crmp
	Fe/Ni25d/Crb	Zn/Ni25d/Crb	Cu/Ni12d/Crb	
	4	Fe/Ni40p/Crr	Zn/Ni40p/Crr	Cu/Ni30p/Crr
Fe/Ni30p/Crmc		Zn/Ni35p/Crmc	Cu/Ni25p/Crmc	
Fe/Ni30p/Crmp		Zn/Ni35p/Crmp	Cu/Ni25p/Crmp	
Fe/Ni30p/Crb		Zn/Ni35p/Crb	Cu/Ni25p/Crb	
Fe/Ni40s/Crr		Zn/Ni40s/Crr	Cu/Ni30s/Crr	
Fe/Ni30s/Crmc		Zn/Ni35s/Crmc	Cu/Ni25s/Crmc	
Fe/Ni30s/Crmp		Zn/Ni35s/Crmp	Cu/Ni25s/Crmp	
Fe/Ni30s/Crb		Zn/Ni35s/Crb	Cu/Ni25s/Crb	
Fe/Ni40b/Crr		Zn/Ni40b/Crr	Cu/Ni30b/Crr	
Fe/Ni30b/Crmc		Zn/Ni35b/Crmc	Cu/Ni25b/Crmc	
Fe/Ni30b/Crmp		Zn/Ni35b/Crmp	Cu/Ni25b/Crmp	
Fe/Ni30b/Crb		Zn/Ni35b/Crb	Cu/Ni25b/Crb	
Fe/Ni35d/Crr		Zn/Ni35d/Crr	Cu/Ni25d/Crr	Al/Ni45d/Crr
Fe/Ni25d/Crmc		Zn/Ni30d/Crmc	Cu/Ni20d/Crmc	Al/Ni35d/Crmp
Fe/Ni25d/Crmp		Zn/Ni30d/Crmp	Cu/Ni20d/Crmp	Al/Ni35d/Crmp
Fe/Ni25d/Crb	Zn/Ni30d/Crb	Cu/Ni20d/Crb		
5	Fe/Ni45d/Crmc	Zn/Ni45d/Crmc	Cu/Ni45d/Crmc	Al/Ni50d/Crmc
	Fe/Ni45d/Crmp	Zn/Ni45d/Crmp	Cu/Ni45d/Crmp	Al/Ni50d/Crmp

POZNÁMKA: ^{+))} viz stupnici provozních podmínek v čl. 10.3.2,
^{*)} viz 10.4.3.

TABULKA 32 – Povlaky měď-nikl-chrom podle ČSN EN ISO 1456

Stupeň provozních podmínek ^{+))}	Část označení povlaků	
	na železe nebo oceli ^{*)}	na slitinách zinku
1	Fe/Cu10a/Ni5p/Crr	Zn/Cu8a/Ni10p/Crr
	Fe/Cu10a/Ni5p/Crmc	Zn/Cu8a/Ni10p/Crmc
	Fe/Cu10a/Ni5p/Crmp	Zn/Cu8a/Ni10p/Crmp
	Fe/Cu10a/Ni5p/Crb	Zn/Cu8a/Ni10p/Crb
	Fe/Cu10a/Ni5s/Crr	Zn/Cu8a/Ni10s/Crr
	Fe/Cu10a/Ni5s/Crmc	Zn/Cu8a/Ni10s/Crmc
	Fe/Cu10a/Ni5s/Crmp	Zn/Cu8a/Ni10s/Crmp
	Fe/Cu10a/Ni5s/Crb	Zn/Cu8a/Ni10s/Crb

Stupeň provozních podmínek ^{+))}	Část označení povlaků	
	na železe nebo oceli ^{))}	na slitinách zinku
	Fe/Cu10a/Ni5b/Crr	Zn/Cu8a/Ni10b/Crr
	Fe/Cu10a/Ni5b/Crmc	Zn/Cu8a/Ni10b/Crmc
	Fe/Cu10a/Ni5b/Crmp	Zn/Cu8a/Ni10b/Crmp
	Fe/Cu10a/Ni5b/Crb	Zn/Cu8a/Ni10b/Crb
		Zn/Cu8a/Ni10d/Crr
		Zn/Cu8a/Ni10d/Crmc
		Zn/Cu8a/Ni10d/Crmp
		Zn/Cu8a/Ni10d/Crb
	2	Fe/Cu15a/Ni15p/Crr
Fe/Cu15a/Ni10p/Crmc		Zn/Cu15a/Ni10p/Crmc
Fe/Cu15a/Ni10p/Crmp		Zn/Cu15a/Ni10p/Crmp
Fe/Cu15a/Ni10p/Crb		Zn/Cu15a/Ni10p/Crb
Fe/Cu15a/Ni15s/Crr		Zn/Cu15a/Ni15s/Crr
Fe/Cu15a/Ni10s/Crmc		Zn/Cu15a/Ni10s/Crmc
Fe/Cu15a/Ni10s/Crmp		Zn/Cu15a/Ni10s/Crmp
Fe/Cu15a/Ni10s/Crb		Zn/Cu15a/Ni10s/Crb
2	Fe/Cu15a/Ni15b/Crr	Zn/Cu15a/Ni15b/Crr
	Fe/Cu15a/Ni10b/Crmc	Zn/Cu15a/Ni10b/Crmc
	Fe/Cu15a/Ni10b/Crmp	Zn/Cu15a/Ni10b/Crmp
	Fe/Cu15a/Ni10b/Crb	Zn/Cu15a/Ni10b/Crb
	Fe/Cu15a/Ni15d/Crr	Zn/Cu15a/Ni15d/Crr
	Fe/Cu15a/Ni10d/Crmc	Zn/Cu15a/Ni10d/Crmc
	Fe/Cu15a/Ni10d/Crmp	Zn/Cu15a/Ni10d/Crmp
	Fe/Cu15a/Ni10d/Crb	Zn/Cu15a/Ni10d/Crb
3	Fe/Cu15a/Ni30p/Crr	Zn/Cu20a/Ni30p/Crr
	Fe/Cu15a/Ni25p/Crmc	Zn/Cu20a/Ni25p/Crmc
	Fe/Cu15a/Ni25p/Crmp	Zn/Cu20a/Ni25p/Crmp
	Fe/Cu15a/Ni25p/Crb	Zn/Cu20a/Ni25p/Crb
	Fe/Cu15a/Ni30s/Crr	Zn/Cu20a/Ni30s/Crr
	Fe/Cu15a/Ni25s/Crmc	Zn/Cu20a/Ni25s/Crmc
	Fe/Cu15a/Ni25s/Crmp	Zn/Cu20a/Ni25s/Crmp
	Fe/Cu15a/Ni25s/Crb	Zn/Cu20a/Ni25s/Crb
	Fe/Cu15a/Ni30b/Crr	Zn/Cu20a/Ni30b/Crr
	Fe/Cu15a/Ni25b/Crmc	Zn/Cu20a/Ni25b/Crmc
	Fe/Cu15a/Ni25b/Crmp	Zn/Cu20a/Ni25b/Crmp
	Fe/Cu15a/Ni25b/Crb	Zn/Cu20a/Ni25b/Crb

Stupeň provozních podmínek ^{+))}	Část označení povlaků	
	na železe nebo oceli ^{*)}	na slitinách zinku
	Fe/Cu15a/Ni25d/Crr	Zn/Cu20a/Ni25d/Crr
	Fe/Cu15a/Ni20d/Crmc	Zn/Cu20a/Ni20d/Crmc
	Fe/Cu15a/Ni20d/Crmp	Zn/Cu20a/Ni20d/Crmp
	Fe/Cu15a/Ni20d/Crb	Zn/Cu20a/Ni20d/Crb
4	Fe/Cu20a/Ni35p/Crr	Zn/Cu20a/Ni35p/Crr
	Fe/Cu20a/Ni25p/Crmc	Zn/Cu20a/Ni30p/Crmc
	Fe/Cu20a/Ni25p/Crmp	Zn/Cu20a/Ni30p/Crmp
	Fe/Cu20a/Ni25p/Crb	Zn/Cu20a/Ni30p/Crb
	Fe/Cu20a/Ni35s/Crr	Zn/Cu20a/Ni35s/Crr
	Fe/Cu20a/Ni25s/Crmc	Zn/Cu20a/Ni30s/Crmc
	Fe/Cu20a/Ni25s/Crmp	Zn/Cu20a/Ni30s/Crmp
	Fe/Cu20a/Ni25s/Crb	Zn/Cu20a/Ni30s/Crb
	Fe/Cu20a/Ni35b/Crr	Zn/Cu20a/Ni35b/Crr
	Fe/Cu20a/Ni25b/Crmc	Zn/Cu20a/Ni30b/Crmc
	Fe/Cu20a/Ni25b/Crmp	Zn/Cu20a/Ni30b/Crmp
	Fe/Cu20a/Ni25b/Crb	Zn/Cu20a/Ni30b/Crb
4	Fe/Cu20a/Ni30d/Crr	Zn/Cu20a/Ni30d/Crr
	Fe/Cu20a/Ni20d/Crmc	Zn/Cu20a/Ni25d/Crmc
	Fe/Cu20a/Ni20d/Crmp	Zn/Cu20a/Ni25d/Crmp
	Fe/Cu20a/Ni20d/Crb	Zn/Cu20a/Ni25d/Crb
5	Fe/Cu25a/Ni35d/Crmc	Zn/Cu25a/Ni35d/Crmc
	Fe/Cu25a/Ni35d/Crmp	Zn/Cu25a/Ni35d/Crmp
POZNÁMKY: +) a *) viz tabulku 30.		

10.3.3 Přilnavost

Povlak musí být dostatečně přilnavý k podkladovému kovu a jednotlivé vrstvy musí být dostatečně přilnavé i mezi sebou, což se zkouší leštěním (metoda uvedena v ČSN ISO 2819).

Vedle shora uvedené metody zkoušení ČSN ISO 2819 se ještě doporučuje zkoušet přilnavost niklových a chromových povlaků leštěním kuličkami, pilováním, dlátem, ryskami, ohybem a navíjením, broušením a řezáním, tahem, hloubením podle Erichsena nebo podle Romanoffa a navodíkováním.

Povlaky niklu a chromu nesmějí po zkoušce vykazovat známky oddělení od podkladového kovu nebo mezivrstvy. Metody zkoušení přilnavosti v mezinárodních projektech uvádí ASTM B571.

10.3.4 Odolnost proti korozi

Pro povlaky niklu jsou požadavky na korozní odolnost při expozici v korozních zkouškách specifikovány v tabulce 33, pro povlaky nikl-chrom na železe a jeho slitinách, slitinách zinku, mědi a slitinách mědi v tabulce 34.

Pro povlaky nikl-chrom a měď-nikl-chrom na výrobcích z oceli nebo ze zinku litých pod tlakem určených pro venkovní použití, se někdy požaduje elektrolytická zkouška podle ČSN ISO 4539.

Pro detekci uvolněného niklu z předmětů potažených ochranným povlakem se použije metoda simulace opotřebení a koroze dle ČSN EN 12472.

Stanovení stupně ochrany proti korozi a stupně změny vzhledu po korozních zkouškách uvádí ČSN EN ISO 10289.

TABULKA 33 – Korozní zkoušky pro povlaky niklu

Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Doba trvání korozní zkoušky [h]	
	CASS ČSN EN ISO 9227 ASTM B368	AASS ČSN EN ISO 9227 ASTM G85
1	4	8
2	8	48
3	16	96
POZNÁMKA: ⁺⁾ viz stupnici provozních podmínek v čl. 10.3.2.		

TABULKA 34 – Korozní zkoušky pro povlaky nikl-chrom

Podkladový materiál	Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Doba trvání korozní zkoušky [h]		
		CASS ČSN EN ISO 9227 ASTM B368	Corrodkote ČSN ISO 4541 ASTM B380	AASS ČSN EN ISO 9227 ASTM G85
Ocel	1	–	–	8
	2	8	8	48
	3	16	16	96
	4	24	2 x 16	144
	5	64	–	–
Zinek a jeho slitiny	1	–	–	8
	2	8	8	48
	3	16	16	96
	4	24	2 x 16	144
	5	64	–	–
Měď a její slitiny	1	–	–	–
	2	8	8	48
	3	16	16	96
	4	24	2 x 16	144
	5	64	–	–
Hliník a jeho slitiny	1	–	–	–
	2	8	8	48
	3	16	16	96

Podkladový materiál	Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Doba trvání korozní zkoušky [h]		
		CASS ČSN EN ISO 9227 ASTM B368	Corrodkote ČSN ISO 4541 ASTM B380	AASS ČSN EN ISO 9227 ASTM G85
	4	24	2 x 16	144
	5	64	–	–

POZNÁMKY: ⁺⁾ viz stupnici provozních podmínek v čl. 10.3.2;
– zkouška se nepožaduje.

10.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

10.4.1 Tepelné zpracování k odstranění pnutí před vyloučením povlaku

Všeobecné požadavky na úpravu podkladového kovu uvádí čl. 6.4. Pokud to předepíše odběratel, musí se ocelové součásti s mezí pevnosti v tahu rovné nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC) a ty, v nichž se vyskytují tahová pnutí vyvolaná obráběním, broušením, rovnáním nebo tvářením za studena, podrobit tepelnému zpracování k odstranění pnutí před čištěním a vyloučením povlaku. Postupy a třídy tepelného zpracování k odstranění pnutí musí odpovídat těm, které předepsal odběratel, nebo odběratel může předepsat vhodné postupy a třídy z ISO 9587 nebo ASTM B849.

10.4.2 Čištění podkladového kovu před vyloučením povlaku

Oceli s oxidy nebo okujemi se musí před nanesením povlaků očistit. U vysokopevnostních ocelí se dává přednost neelektrolytickému alkalickému a anodickému alkalickému čištění, nebo mechanickým postupům čištění, aby se předešlo nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti během čištění. V případě mechanického čištění vysokopevnostních ocelí (s pevností v tahu vyšší než 1 400 MPa) se má vzít v úvahu možnost přehřátí.

Čištění podkladového kovu (např. abrazivním tryskáním) může vést ke vzniku spáleného povrchu, který způsobuje špatnou přilnavost.

Leptací roztoky obsahující chromany nejsou vhodné k použití před elektrolytickým vyloučením povlaku, protože mohou způsobit znečištění niklovací lázně, které může vést k tvorbě puchýřů, důlků a odlupování povlaku.

10.4.3 Požadavky na mezivrstvy

Nikl nelze elektrolyticky nanášet přímo na olovo, zinek, slitiny na bázi zinku, slitiny hliníku a slitiny na bázi mědi obsahující více než 40 % zinku.

Zinek a slitiny na bázi zinku, i slitiny mědi obsahující více než 40 % zinku, vyžadují před vyloučením niklu nanést mezivrstvu měděného základního povlaku (o minimální tloušťce 8 µm až 10 µm), který se obvykle elektrolyticky vylučuje z kyanidové lázně. Lze však použít i bezkyanidové alkalické lázně. U výrobků složitého tvaru může vzniknout potřeba zvýšit minimální tloušťku mědi až na cca 15 µm, aby se zajistilo přiměřené pokrytí ploch s nízkou proudovou hustotou mimo funkční povrch. V těchto případech se obvykle na měděný základní povlak vyloučený z kyanidové lázně nanese tažný vyrovnávací měděný povlak elektrolyticky vyloučený z kyselá lázně (viz ČSN EN ISO 1456 a SAE AMS 2418).

Hliník a jeho slitiny se před elektrolytickým vyloučením povlaku niklu nejčastěji připravují ponorem v zinečnanových nebo cíničitanových roztocích. Takto nanesený kov se pak před vyloučením niklu překryje mědí nebo jinou mezivrstvou.

10.5 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Postupy tepelného zpracování pro snížení vodíkové křehkosti uvádí čl. 6.5.3.1 tohoto standardu, ISO 9588, ASTM B850, SAE AMS-QQ-N-290 a SAE AMS 2759/9.

Ocelové součásti s pevností v tahu rovnou nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC), jakož i povrchově zpevněné součásti, se musí podrobit tepelnému zpracování k odstranění vodíkové křehkosti v souladu s postupy a třídami uvedenými v ISO 9588 nebo předepsanými odběratelem.

Účinnost zpracování k odstranění vodíkové křehkosti se musí stanovit podle ISO 10587 (pro zkoušení závitových součástí ke stanovení zbytkové vodíkové křehkosti) a podle ISO 15724 (pro měření relativní koncentrace vodíku schopného difuze v ocelích), pokud odběratel nestanoví jinak.

Elektrolyticky pokovené pružiny a jiné součásti vystavované ohybu se nesmí ohýbat dříve, než se provede tepelné zpracování pro odstranění vodíkové křehkosti.

Povlaky popsané v kapitole 10 jsou málokdy nanášeny na ocelové součásti s pevností v tahu vyšší než 1000 MPa a málokdy jsou tepelně zpracovávány. Pokud jsou nanášeny na oceli náchylné k vodíkové křehkosti a požaduje se tepelné zpracování po vyloučení povlaku, musí si být odběratel vědom toho, že tepelné zpracování může způsobit změnu zabarvení a zkřehnutí niklových povlaků obsahujících síru.

10.6 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled volitelných metod zkoušení uvádí tabulka 35. Návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.

Metody vzorkování se musí vybrat z postupů specifikovaných v ČSN EN ISO 4519. Úrovně přijetí musí být specifikovány odběratelem.

TABULKA 35 – Zkoušky znaků kvality

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	vizuálně	Dle čl. 10.3.1.1
Tloušťka *)	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN ISO 2361+, ASTM B530+ ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568, ASTM B244, ČSN EN ISO 1456+)	Dle požadavků odběratele.
Přilnavost	ČSN ISO 2819, ASTM B571	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Tvrдость **)	ČSN EN ISO 4516, ASTM B578	Dle požadavků odběratele.
Tvárnost **)	ČSN EN ISO 1456, ČSN EN ISO 8401, ASTM B489	Dle požadavků odběratele.
Vodíková křehkost **)	ČSN EN ISO 6158, ASTM F519	Nepřípustný je vznik trhlin.

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Pórovitost **)	ČSN EN ISO 10308, ASTM B765, ČSN EN ISO 4526, ASTM B689, ČSN EN ISO 1456	Dle požadavků odběratele.
Korozní odolnost **)	ČSN EN ISO 9227, ASTM B117, ASTM B368, ČSN ISO 4539 ČSN ISO 4541, ASTM B380, ČSN EN ISO 10289	Nepřípustné jsou známky koroze podkladu po předepsané době expozice.
POZNÁMKY: *) stanovení i tloušťky mezivrstvy, je-li odběratelem požadována; **) jsou-li tyto znaky kvality odběratelem požadovány; + metoda je použitelná jen pro povlaky niklu, je citlivá na změny permeability povlaku; +) metody zkoušky STEP.		

10.6.1 Zkouška STEP

Pokud to požaduje odběratel, musí se u vícevrstvých povlaků měřit rozdíly elektrodoových potenciálů mezi jednotlivými niklovými vrstvami pomocí zkoušky STEP. Zkouška je popsána v ČSN EN ISO 1456 a ASTM B764.

U třívrstvých povlaků niklu je potenciálový rozdíl STEP mezi speciální vysoce aktivní vrstvou niklu a vrstvou lesklého niklu v rozmezí od 15 mV do 35 mV, přičemž vysoce aktivní vrstva je vůči vrstvě lesklého niklu vždy aktivnější (anodická).

Potenciálový rozdíl STEP mezi tenkou niklovou vrstvou nacházející se bezprostředně pod chromem (nanesenou např. k vyvolání mikropórovitosti nebo mikrotrhlinek) a vrstvou lesklého niklu je v rozmezí od 0 mV do 30 mV, přičemž vrstva lesklého niklu je vůči tenké vrstvě niklu nanesené před chromováním vždy aktivnější (anodická).

Ačkoli nebyly ustanoveny žádné všeobecně přijaté hodnoty STEP, existují o požadovaných rozmezích určité shody. Např. potenciálový rozdíl STEP mezi vrstvou pololesklého niklu a vrstvou lesklého niklu je v rozmezí od 100 mV do 200 mV, přičemž vrstva pololesklého niklu je vůči vrstvě lesklého niklu vždy ušlechtlejší (katodická).

10.6.2 Stanovení trhlin a pórů v povlacích

ČSN EN ISO 10308 a ASTM B765 uvádějí přehled zkoušek pórovitosti. ČSN EN ISO 1456 uvádí detailně metody stanovení trhlin a pórů v chromových povlacích (2 metody vyloučení mědi ke zviditelnění trhlinek a pórů).

ČSN EN ISO 4526 a ASTM B689 uvádějí metody stanovení pórů a trhlin v elektrolyticky vyloučených povlacích niklu na železných výrobcích (zkouška pórovitosti horkou vodou a modifikovaná ferroxylová zkouška).

10.6.3 Stanovení obsahu síry v niklovém povlaku

ČSN EN ISO 1456 uvádí v příloze D dvě metody jodometrického stanovení obsahu síry v elektrolyticky vyloučeném niklovém povlaku.

10.7 Zvláštní zkušební vzorky

Pokud pokovené výrobky nejsou vhodné pro zkoušky, nebo pokud není účelné podrobit pokovené výrobky destruktivním zkouškám (protože je jich málo nebo jsou drahé), lze pro měření přilnavosti, tloušťky, pórovitosti, korozní odolnosti, tvrdosti a dalších vlastností použít zvláštní zkušební vzorky.

Zvláštní zkušební vzorky musí být zhotoveny ze stejného materiálu, musí mít stejný metalurgický stav a stejný stav povrchu jako pokovené výrobky a musí se zhotovit společně s pokovenými výrobky, které reprezentují.

Při použití zvláštních nebo reprezentativních zkušebních vzorků ke zjištění, zda jsou splněny požadavky příslušné normy, musí odběratel specifikovat počet použitých zkušebních vzorků, materiál, ze kterého musí být vyrobeny, jejich tvar a rozměry.

10.8 Opravy povlaků

Postupy opravy poškozených nebo opotřeбенých povlaků uvádí:

- pro měděné povlaky SAE AMS 2451/6;
- pro niklové povlaky SAE AMS 2451/1, SAE AMS 2451/2, SAE AMS 2451/3, SAE AMS 2451/7;
- pro chromové povlaky SAE AMS 2451/5.

10.9 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na kvalitu povlaku musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 10.6.

Přejímací postupy jsou stanoveny ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916. Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

11 Elektrolyticky vyloučené povlaky nikl-chrom a měď-nikl-chrom na plastech

11.1 Rozsah použití

Dekorativní elektrolyticky vyloučené povlaky nikl-chrom a měď-nikl-chrom na plastech specifikuje ČSN ISO 4525 nebo ASTM B604. Tradiční metoda úpravy plastů pro elektrolytické nanášení povlaků zahrnuje elektrolytické nanesení vrstvy tažné mědi z kyselé lázně před elektrolytickým nanesením niklu a chromu. Cílem je vyhovět požadavkům na odolnost proti cyklickým změnám teploty.

Novým trendem zaměřeným na usnadnění recyklace elektrolyticky pokovených plastů po uplynutí životnosti výrobku je vyřazení mědi a její nahrazení tažným niklem. Nikl a chrom lze od plastů snadno oddělit a použít přímo při výrobě korozivzdorné oceli, kdežto u povlaků měď-nikl-chrom by bylo nutné nejprve oddělit a úplně odstranit měď vzhledem k jejím škodlivým vlivům na vlastnosti korozivzdorné oceli. Ačkoli tradiční metoda je stále ještě nejrozšířenější, v automobilovém průmyslu a při výrobě trubek se nyní v Evropě vyžaduje z důvodů recyklace tažný nikl jako náhrada mezivrstev mědi.

V ČSN ISO 4525 se nerozlišuje mezi typy plastů vhodných k elektrolytickému nanášení povlaků a nejsou kladeny podrobné požadavky týkající se stavu povrchu plastu ani tvářecích pnutí. Požadavkem je, že plasty musí být pokovitelné a musí mít takové složení, aby umožnily, že kovové povlaky budou při správném nanesení splňovat ustanovení mezinárodní normy ISO 4525. Pokud však jsou plastové výrobky zhotoveny některými postupy zahrnujícími fázovou přeměnu (např. tlakovým litím), je důležité, aby se s elektrolytickým vytvářením povlaku vyčkalo nejméně 24 hodin po zhotovení výrobku.

11.2 Označování povlaku

11.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí podkladový materiál, označení jeho normy, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku niklu nebo slitin niklu, typ a tloušťka povlaků nanesených na povlak niklu nebo slitin niklu.

11.2.2 Složky

Označení specifikuje typy a tloušťky povlaků vhodných do určitých provozních podmínek a obsahuje:

- slova „Elektrolyticky vyloučený povlak“ a označení normy (např. ISO 4525);
- pomlčka (-);
- písmena PL označující plast;
- lomítko (/);
- chemickou značku Cu pro mezivrstvu mědi (nebo chemickou značku Ni, pokud mezivrstva je niklová); mezivrstvu mědi či niklu lze vynechat pouze tehdy, nestanoví-li odběratel žádné požadavky na odolnost cyklické změně teploty;
- číslo udávající minimální místní tloušťku mezivrstvy mědi (nebo mezivrstvy niklu) v mikrometrech;
- malé písmeno označující typ mezivrstvy mědi nebo niklu;
- chemickou značku niklu (Ni);
- číslo udávající minimální místní tloušťku povlaku niklu v mikrometrech;
- písmeno označující typ povlaku niklu;
- chemickou značku chromu (Cr);
- písmeno nebo písmena označující typ a tloušťku povlaku chromu.

11.2.3 Označení typu a tloušťky kovových vrstev

Dekoratívni elektrolyticky vyloučené povlaky nikl-chrom (s mezivrstvou mědi nebo bez ní) na plastech se označují dle požadavků ČSN ISO 4525 (viz tabulka 36).

Typ mezivrstvy mědi nebo niklu se označí symbolem:

- a** pro tvárnou měď s vyrovnávací schopností, elektrolyticky vyloučenou z kyselých lázní;
- dp** pro tvárný, sloupcovitý nikl elektrolyticky vyloučený použitím speciálních lázní před elektrolytickým pokovením.

Typ niklu požadovaný pro odolnost proti cyklickým změnám teploty lze získat elektrolytickým vyloučením z Wattsovy lázně nebo z amidosíranových lázní neobsahujících organická aditiva ani leskutvorné přísady, jakož i ze speciálně vytvořených lázní dostupných u výrobců elektrolytických povlaků.

TABULKA 36 – Typy a označování povlaků na plastech podle ČSN ISO 4525

Povlak	Symbol	Vlastnosti povlaku
Ni	b	Povlak v lesklém stavu.
	s	Matný, saténový nebo pololesklý povlak bez dodatečného leštění.
	d	Dvouvrstvý nebo třívrstvý povlak
Cr	r	Obyčejný chromový povlak, (min. místní tloušťka 0,3 µm).
	mc	Mikrotrhlinkový chromový povlak, obsahuje ve všech směrech na 1 cm více než 250 trhlin tvořících uzavřenou síť na celém povrchu, (min. tloušťka 0,3 až 0,8 µm).
	mp	Mikroporézní chromový povlak, který obsahuje nejméně 10 ⁴ pórů na 1 cm ² . Póry nesmí být viditelné prostým okem nebo s korekcí zrakových vad. (min. místní tloušťka 0,3 µm).
POZNÁMKA 1		Mikroporézní chrom se často získá vyloučením chromového povlaku na speciální tenkou vrstvu niklu obsahující inertní nevodivé částičky. Tato vrstva se nanáší na niklový povlak typu b nebo d.
POZNÁMKA 2		Během provozu může dojít k určitému zmatnění chromových povlaků typu mp nebo mc, které může být pro některé způsoby použití nepřijatelné. Tuto tendenci lze omezit zvětšením minimální tloušťky chromového povlaku na 0,5 µm ve všech případech, kdy je specifikován mikroporézní nebo mikrotrhlinkový chrom.

11.2.4 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků ISO 4525 elektrolyticky vyloučený povlak na plasty (PL), zahrnující 15 µm (nejméně) lesklé kyselé mědi (Cu15a) a 10 µm (nejméně) lesklého niklu (Ni10b) plus 0,3 µm mikroporézního chromu [Cr mp], se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 4525 – PL/Cu15a Ni10b Cr mp

Podle požadavků ISO 4525 elektrolyticky vyloučený povlak na plasty (PL), zahrnující 20 µm (nejméně) tvárného niklu (Ni20dp) a 20 µm (nejméně) dvojvrstvého niklu (Ni20d) plus 0,3 µm mikroporézního chromu (Cr mp), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 4525 – PL/Ni20dp Ni20d Cr mp

Podle požadavků ASTM B604 elektrolyticky vyloučený povlak na plasty (PL), zahrnující 15 µm (nejméně) lesklé kyselé mědi (Cu15a) a 10 µm (nejméně) lesklého niklu (Ni10b) plus 0,3 µm mikrotrhlinkového chromu (Cr mc), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ASTM B604 – PL/Cu15a Ni10b Cr mc

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

- označení;
- požadovaný vzhled, např. lesklý, matný nebo saténový; tento údaj lze nahradit vzorky znázorňujícími požadovanou úpravu, které musí být dodány nebo odsouhlaseny odběratelem a použity k porovnání;

- c) vymezení funkčního povrchu na výkresech výrobků nebo poskytnutím vhodné označených vzorků;
- d) části funkčního povrchu, na kterých platí požadavky na místní tloušťku;
- e) místa na funkčním povrchu, kde je nepřipustný výskyt stop po závěsu nebo dotyku;
- f) zda se ke splnění požadavků na odolnost cyklické změně teploty musí nanést mezivrstvy mědi nebo niklu;
- g) zda má zkoušení koroze probíhat spojitě nebo cyklicky;
- h) zda korozní zkoušky a zkoušky cyklickou změnou teploty musí probíhat jednotlivě na samostatných vzorcích nebo postupně na týchž vzorcích a zda vzorky musí být během zkoušky upevněny nebo neupevněny tak, aby se napodobila sestava (viz příloha A ČSN ISO 4525);
- i) jakékoli požadavky na zkoušky STEP (viz ASTM B764);
- j) způsoby vzorkování a kontrolní úrovně;
- k) označení typu plastu určeného k pokovení.

- **Doplňkové informace**

- a) omezení rozsahu přípustných vad povrchu vzniklých tvářením;
- b) přípustný rozsah výskytu vad mimo funkční povrch.

Ke stanovení požadované ochrany v souvislosti se stupněm přísnosti podmínek, kterým má být výrobek vystaven, musí odběratel použít stupeň provozních podmínek podle stupnice:

- 1: Mírné
- 2: Střední
- 3: Náročné
- 4: Velmi náročné
- 5: Mimořádně náročné

Typické provozní podmínky přiměřené jednotlivým stupňům provozních podmínek jsou definovány ČSN ISO 4525 v příloze B.

11.3 Požadavky na povlak

11.3.1 Vzhled

Na funkčním povrchu nesmějí být zřetelně viditelné vady povlaku, např. puchýře, důlky, drsná místa, trhliny, nepokovená místa, skvrny nebo různě zbarvená místa. Přípustný rozsah vad mimo funkční povrch musí specifikovat odběratel. Pokud nelze zabránit vzniku stop po závěsech na funkčním povrchu, musí jejich polohu specifikovat odběratel. Vzhled povrchu musí být stejnoměrný, barva musí odpovídat dohodnuté a k porovnání se musí použít dohodnuté vzorky.

Vady v povrchu tvářených plastů, např. broky, stopy po vyhazování, zatekliny, stopy po vtoku, dělicí čáry, zkosení aj., mohou nepříznivě ovlivnit vzhled i funkční vlastnosti povlaků na plastech. Výrobce povlaku proto neodpovídá za jeho vady způsobené výsledkem tváření plastu, pokud výrobek tvářením sám nezhotovil. Specifikace týkající se pokovovaných výrobků může alternativně obsahovat přiměřená omezení rozsahu přípustných vad povrchu způsobených tvářením.

11.3.2 Tloušťka

Tloušťka povlaku specifikovaná označením musí být minimální místní tloušťka. Minimální místní tloušťka elektrolyticky vyloučeného povlaku se měří v libovolném bodě funkčního povrchu, jehož se lze dotknout kuličkou o průměru 20 mm, pokud není stanoveno jinak.

Minimální místní tloušťka mezivrstvy mědi musí být 15 μm a minimální místní tloušťka mezivrstvy niklu musí být 20 μm .

Pro stanovení tloušťky jsou vhodné

- a) destruktivní metody:
 - mikroskopická metoda dle ČSN EN ISO 1463, která umožňuje změřit při použití leptadla i tloušťku jednotlivých vrstev u dvouvrstvých a třívrtvých povlaků;
 - coulometrická metoda ČSN EN ISO 2177;
- b) nedestruktivní metody:
 - magnetická metoda ČSN ISO 2361, která je použitelná jen pro povlaky niklu;
 - metoda zpětného rozptylu záření beta dle ČSN EN ISO 3543; za přítomnosti mezivrstvy mědi se stanoví jen celková tloušťka povlaku včetně mezivrstvy mědi;
 - rentgenospektrometrická metoda dle ČSN EN ISO 3497.

Typické tloušťky povlaků podle ČSN ISO 4525 a ASTM B604 uvádí tabulka 37, požadavky na dvouvrstvé a třívrtvé povlaky jsou shrnuty v tabulce 38.

TABULKA 37 – Typické tloušťky povlaků na plastech

Stupeň provozních podmínek	Podle ČSN ISO 4525		Podle ASTM B604
	Část označení povlaků měď-nikl-chrom	Část označení povlaků nikl-chrom	Část označení povlaků měď-nikl-chrom
1	PL/Cu15a Ni7b Cr r	PL/Ni20dp Ni7b Cr r	PL/Cu15a Ni7b Cr r
2	PL/Cu15a Ni15b Cr rPL/Cu15a Ni10b Cr mp PL/Cu15a Ni10b Cr mc	PL/Ni20dp Ni10b Cr r	PL/Cu15a Ni15b Cr rPL/Cu15a Ni10b Cr mp PL/Cu15a Ni10b Cr mc
3	PL/Cu15a Ni25d Cr rPL/Cu15a Ni20d Cr mp PL/Cu15a Ni20d Cr mc	PL/Ni20dp Ni15b Cr r	PL/Cu15a Ni25d Cr rPL/Cu15a Ni20d Cr mp PL/Cu15a Ni20d Cr mc
4	PL/Cu15a Ni30d Cr r PL/Cu15a Ni25d Cr mp PL/Cu15a Ni25d Cr mc	PL/Ni20dp Ni20d Cr rPL/Ni20dp Ni20b Cr mp PL/Ni20dp Ni20b Cr mc	PL/Cu15a Ni30d Cr r PL/Cu15a Ni25d Cr mp PL/Cu15a Ni25d Cr mc
5	PL/Cu15a Ni30d Cr mp PL/Cu15a Ni30d Cr mc	PL/Ni20dp Ni20d Cr mp PL/Ni20dp Ni20d Cr mc	PL/Cu15a Ni30d Cr mp PL/Cu15a Ni30d Cr mc

TABULKA 38 – Požadavky ČSN ISO 4525 na dvouvrstvé a třívrstvé povlaky niklu na plastech

Vrstva (typ povlaku niklu)	Poměrné prodloužení ^a [%]	Obsah síry ^b hmotnostní podíl [%]	Tloušťka ^c [v % celkové tloušťky niklu]	
			v dvouvrstvém povlaku	v třívrstvém povlaku
Spodní (s)	> 8	< 0,005	≥ 60	50 až 70
Střední (vrstva s vysokým obsahem síry)	-	> 0,15	-	≤ 10
Vrchní (b)	-	> 0,04 a < 0,15	10 až 40	≥ 30

POZNÁMKY:

^a Metodu zkoušení ke stanovení poměrného prodloužení (nebo tažnosti) specifikuje ČSN ISO 4524 v příloze C.

^b Účelem specifikace obsahu síry je naznačit typ niklovací lázně, který se má použít. Neexistuje žádná jednoduchá metoda stanovení obsahu síry v povlaku niklu na pokoveném výrobku. Přesné stanovení lze však provést na speciálně připraveném zkušebním vzorku (viz příloha D ČSN ISO 4525).

^c Zjistit typ a stanovit podíl tlouštěk vrstev niklu bude obvykle možné mikroskopickým vyšetřením leštěného a leptaného výbrusu výrobku zhotoveného v souladu s ČSN ISO 1463, nebo pomocí STEP (ASTM B764).

11.3.3 Tažnost

Minimální hodnota tažnosti pro měď, dp nikl (se sloupcovitou strukturou) a pololesklý nikl, zjištěná metodou uvedenou ČSN ISO 4525 v příloze C, musí být 8 %. Na vnějším (vypuklém) povrchu zkoušeného vzorku se nesmějí objevit trhliny. Malé trhlinky u hran nepředstavují závadu.

11.3.4 Přilnavost

Přilnavost a účinnost přípravy plastů k elektrolytickému pokovení se posuzuje zkouškou s cyklickou změnou teploty uvedenou ČSN ISO 4525 v příloze A nebo ASTM B604. Při výběru stupně provozních podmínek a požadavků na zkoušku změnou teploty se musí vzít v úvahu velikost kolísání teploty během provozu. Teplotní meze vhodné pro jednotlivé stupně provozních podmínek jsou uvedeny v tabulce 39.

TABULKA 39 – Mezní teploty teplotního cyklu

Stupeň provozních podmínek	Mezní teploty [°C]	
	Horní	Dolní
1	60	-30
2	75	-30
3	80	-30
4	80	-40
5	85	-40

Pokovený výrobek po třech cyklech zkoušky cyklickou změnou teploty nesmí vykazovat žádné vady viditelné prostým okem nebo viditelné s pomocí korekce zrakových vad, např. trhliny, puchýře, odlupování, propadliny nebo zkřivení.

Po provedení zkoušky cyklickou změnou teploty již není nezbytné provádět samostatnou zkoušku přilnavosti.

11.3.5 Souvislost a kvalita povlaků

Souvislost a kvalita povlaků se kontroluje zrychlenými korozními zkouškami uvedenými v čl. 11.4.1, nebo kombinací zkoušky cyklickou změnou teploty se zrychlenými korozními zkouškami dle čl. 11.4.2, nebo zkouškou STEP uvedenou v čl. 11.4.3.

11.4 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled volitelných metod zkoušení uvádí tabulka 40. Návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B. Pro dekorativní elektrolyticky vytvořené povlaky nikl-chrom na plastech s mezivrstvami mědi nebo niklu se doporučují zkoušky:

- tažnosti,
- odolnosti při střídání teplot podle ČSN ISO 4525 nebo ASTM B604,
- odolnosti při kombinované zkoušce cyklickou změnou teploty s korozní zkouškou,
- STEP.

Metody vzorkování se musí vybrat z postupů specifikovaných v ČSN EN ISO 4519. Úrovně přijetí musí být specifikovány odběratelem.

Doba trvání korozní zkoušky, uvedená v tabulce 41, slouží k ověření souvislosti a kvality povlaků a nemusí nutně souviset s životností nebo funkčními vlastnostmi pokoveného výrobku ve skutečném provozu.

TABULKA 40 – Zkoušky znaků kvality povlaků na plastech

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	vizuálně	Dle čl. 11.3.1.
Tloušťka *)	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN ISO 2361+, ASTM B530+ ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568, ČSN EN ISO 3543, ASTM B567	Dle požadavků odběratele.
Přilnavost	ČSN ISO 4525	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Tažnost **)	ČSN EN ISO 8401, ASTM B489, ČSN ISO 4525	Dle požadavků odběratele.
Pórovitost **)	ČSN ISO 4525++, ASTM B604	Dle požadavků odběratele.
Korozní odolnost **)	ČSN EN ISO 9227, ASTM B117, ASTM B368 ČSN EN ISO 10289, ČSN ISO 4525	Dle požadavků odběratele.

POZNÁMKY: *) stanovení i tloušťky mezivrstvy, je-li odběratelem požadována;
 **) jsou-li tyto znaky kvality odběratelem požadovány;
 + metoda je použitelná jen pro povlaky niklu, je citlivá na změny permeability povlaku;
 ++ metoda stanovení trhlin a pórů v povlacích chromu na plastech.

11.4.1 Zrychlené korozní zkoušky

Výrobky se musí ne dříve než za 24 hodin po pokovení podrobit korozní zkoušce CASS, specifikované v ČSN EN ISO 9227, s dobou trvání uvedenou v tabulce 41 pro konkrétní stupeň provozních podmínek.

TABULKA 41 – Doby trvání korozní zkoušky CASS pro jednotlivé stupně provozních podmínek

Stupeň provozních podmínek		Doba trvání zkoušky CASS [h]
1	Provoz v budovách v teplé a suché atmosféře.	+))
2	Provoz v budovách s možným výskytem kondenzace.	8
3	Provoz na venkovní atmosféře tam, kde může dojít k občasnému nebo častému smočení deštěm nebo rosou.	16
4	Provoz na venkovní atmosféře ve velmi náročných podmínkách.	32
5	Rozsáhlý provoz na venkovní atmosféře ve výjimečně náročných podmínkách s požadavkem na dlouhodobé uchování dekorativního povlaku (déle než pět let).	48
POZNÁMKA: +) doporučuje se zkouška AASS, specifikovaná v ČSN EN ISO 9227, po dohodnutou dobu nepřevyšující 8 hodin.		

Doba trvání zkoušky uvedená v tabulce 41 musí být buď nepřerušovaná, nebo se musí skládat z přiměřeného počtu osmihodinových nebo šestnáctihodinových období oddělených jednodinovými až šestnáctihodinovými klidovými obdobími tak, jak se dohodnou odběratel a výrobce povlaku.

Stupeň ochrany se stanoví podle ČSN EN ISO 10289 u každého zkoušeného výrobku. Vyjadřuje rozsah, v němž povlak nikl-chrom zabraňuje korozi mezivrstvy mědi nebo niklu a odkrytí plastového podkladu. Alternativně lze hodnocení vyjádřit jediným číslem pouze na základě vzhledu výrobků po korozní zkoušce. Při posuzování shody s mezinárodní normou se hodnocení vzhledu nesmí provádět dříve než 8 hodin po korozní zkoušce.

U některých povlaků lze očekávat, že během zkoušky dojde ke znehodnocení povrchu samotných povlaků.

11.4.2 Kombinace zkoušky cyklickou změnou teploty se zrychlenými korozními zkouškami

U elektrolyticky pokovených součástí určených pro stupně provozních podmínek 5, 4 a 3 lze korozní zkoušku kombinovat se zkouškou cyklickou změnou teploty (viz čl. 11.3.4). U elektrolyticky pokovených výrobků určených pro stupně provozních podmínek 5 a 4 se požadují tři cykly, pro stupeň provozních podmínek 3 se požadují dva cykly.

Po každém cyklu kombinované zkoušky cyklickou změnou teploty s korozní zkouškou, provedeném v souladu s ČSN ISO 4525 přílohou G, se musí prohlídkou pokovených výrobků zjistit případný výskyt vad.

Použití kombinované zkoušky cyklickou změnou teploty s korozní zkouškou nahrazuje jednotlivé zkoušky popsané v čl. 11.3.4 a 11.4.1.

11.4.3 Zkouška STEP

Pokud to požaduje odběratel, musí se u vícevrstvých povlaků měřit rozdíly elektrodových potenciálů mezi jednotlivými niklovými vrstvami pomocí zkoušky STEP. Zkouška je popsána v ČSN EN ISO 1456 a ASTM B764.

U třívrstvých povlaků niklu je potenciálový rozdíl STEP mezi speciální vysoce aktivní vrstvou niklu a vrstvou lesklého niklu v rozmezí od 15 mV a 35 mV, přičemž vysoce aktivní vrstva je vůči vrstvě lesklého niklu vždy aktivnější (anodická).

Potenciálový rozdíl STEP mezi tenkou niklovou vrstvou nacházející se bezprostředně pod chromem (nanesenou např. k vyvolání mikropórovitosti nebo mikrotrhlinek) a vrstvou lesklého niklu je v rozmezí od 0 mV do 30 mV, přičemž vrstva lesklého niklu je vůči tenké vrstvě niklu nanesené před chromováním vždy aktivnější (anodická).

Ačkoli nebyly ustanoveny všeobecně přijaté hodnoty STEP, existují o požadovaných rozmezích určité shody. Např. potenciálový rozdíl STEP mezi vrstvou pololesklého niklu a vrstvou lesklého niklu je v rozmezí od 15 mV do 200 mV, přičemž vrstva pololesklého niklu je vůči vrstvě lesklého niklu vždy ušlechtilější (katodická).

11.5 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 11.4. Přejímací postupy jsou stanoveny normami ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916.

Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

12 Elektrolyticky vyloučené povlaky kadmia

12.1 Rozsah použití

Povlaky kadmia se vylučují elektrolyticky na výrobcích ze železa nebo oceli k ochraně proti korozi a u spojovacího materiálu pro snadnou demontovatelnost. Mohou být buď s dodatečnou úpravou, nebo bez dodatečné úpravy po elektrolytickém vylučování. Pro zpomalení vzniku korozních zplodin se obvykle na elektrolyticky vyloučený povlak kadmia nanáší konverzní chromátový povlak, který je možno barvit.

Podle čl. 5.5.1.3 v MIL-HDBK-808 a čl. 5.4.3.2.1 v MIL-STD-1568 jsou povlaky kadmia nevhodné na části, které budou

- namáhány teplotou překračující 232 °C;
- v kontaktu s hydraulickými kapalinami, palivy, mazacími oleji a dalšími produkty na ropné bázi;
- v třecím kontaktu;
- v uzavřeném prostoru, kde jsou přítomny korozně agresivní výpary;
- následně svařovány nebo pájeny.

Na letecké zbraňové systémy jsou pro oceli s vysokou mezí pevnosti (1 241 MPa a vyšší) vhodné elektrolyticky vyloučené povlaky podle SAE AMS-QQ-P-416 typ II, tř. 2 s dodatečnou úpravou chromátováním, povlaky kadmium-titan a povlaky vakuově nanášené (viz čl. 5.6.1.2 v MIL-STD-1568).

Používání kadmia je na evropské i národní úrovni upraveno právními předpisy na ochranu zdraví, bezpečnosti a životního prostředí, kterými je nutno se řídit. Vzhledem k jedovatosti kadmia nesmí být jeho povlaky použity na předmětech, které přijdou do styku s potravinami nebo nápoji. Páry kadmia jsou jedovaté, proto je nutno věnovat pozornost nebezpečí vznikajícímu při sváření, pájení nebo tepelném zpracování součástí s kadmiovými povlaky. Alternativní povlaky pro tyto případy jsou uvedeny v čl. 12.9.

12.2 Označování povlaku

12.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí: podkladový materiál, označení jeho normy, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku kadmia, číslo označujícího minimální tloušťku kadmia v μm , požadovaná tepelná úprava povrchu kadmia a dodatečná úprava povrchu kadmia konverzním povlakem.

12.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova „Elektrolyticky vyloučený povlak“;
- označení požadované normy, např. ISO 2082;
- pomlčku (–);
- chemickou značku podkladového kovu nebo hlavního kovu slitiny a normalizované označení (označení dle poznámky 1, příkladu 1 v čl. 7.2.2 a čl. 12.2.3);
- lomítko (/);
- chemickou značku kadmia, číslo označujícího minimální tloušťku kadmia v μm a symbol pro tepelnou úpravu povrchu kadmia;
- lomítko (/);
- symbol pro dodatečnou úpravu povrchu kadmia konverzním povlakem (viz tabulku 1 pro národní projekty, pro mezinárodní projekty typové značení dle příslušné normy);
- lomítko (/);
- symbol pro dodatečnou úpravu konverzního povlaku (viz tabulku 6 pro národní projekty, pro mezinárodní projekty typové značení dle příslušné normy).

12.2.3 Označení podkladového kovu

Podkladový kov se musí označit svou chemickou značkou, u slitiny chemickou značkou její hlavní složky (viz tabulku 1 a poznámku 2 v čl. 7.2.3).

12.2.4 Označení požadavků na tepelné zpracování

Označení požadavků na tepelné zpracování se provede buď podle národní normy ČSN EN ISO 27830, nebo podle odpovídající mezinárodní normy (např. ASTM B850). Označení požadavků na tepelné zpracování se uvádí takto:

- a) písmeny:
 - SR pro tepelné zpracování k odstranění pnutí;
 - ER pro tepelné zpracování ke snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí;
 - HT pro tepelné zpracování k jiným účelům;

- b) v kulatých závorkách se uvede minimální teplota ve stupních Celsia;
- c) doba tepelného zpracování v hodinách (viz příklad 2 v čl. 7.2.4).

12.2.5 Označení tloušťky kovových vrstev a typu dodatečné povrchové úpravy

Minimální doporučené hodnoty tloušťky povlaků kadmia pro jednotlivé provozní podmínky uvádí tabulka 43. Možné typy, vzhled a symboly značení dodatečného chromátového povlaku uvádí tabulka 45.

12.2.6 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků ISO 2082 elektrolyticky vyloučený povlak kadmia, o tloušťce 25 µm, na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), který byl po dobu dvou hodin při teplotě 190 °C tepelně zpracován pro odstranění vodíkové křehkosti, byl dodatečně opatřen neprůhledným konverzním povlakem a následně napuštěn organickým impregnačním materiálem, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 2082 – Fe<>//Cd 25/ER(190)2/D/T2

Podle požadavků ASTM B766 elektrolyticky vyloučený povlak kadmia o tloušťce 12 µm na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), který byl po dobu 8 hodin při teplotě 190 °C tepelně zpracován pro odstranění vodíkové křehkosti a dodatečně opatřen bezbarvým chromátovým povlakem, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ASTM B766 – Fe<>//Cd Class 12/ER(190,8)/Type III

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

Při objednávání elektrolytického pokovení výrobků podle mezinárodních norem musí odběratel poskytnout tyto informace v písemné formě, např. ve smlouvě nebo objednávce, popř. na výkresech:

- a) označení příslušné normy (viz tabulku 42);
- b) druh podkladového materiálu;
- c) stupeň provozních podmínek (viz tabulku 43) a požadované označení povlaku;
- d) vymezení funkčního povrchu výrobku; např. jeho vyznačením na výkresech nebo poskytnutím vhodně označených vzorků;
- e) přejímací postup (viz čl. 12.7);
- f) místa, kde mohou být nevyhnutelné stopy po dotyku a jiné vady;
- g) požadovanou metodu zkoušení přilnavosti.

- Doplnující informace

Pokud jsou požadovány, musí odběratel poskytnout tyto doplňující informace:

- a) jakékoli požadované tepelné zpracování (viz čl. 12.4 a 12.5);
- b) jakékoli zvláštní požadavky na mezivrstvy;
- c) vzorek požadované konečné úpravy;
- d) jakoukoli zvláštní požadovanou předběžnou nebo dodatečnou úpravu;

- e) jakékoli konkrétní požadavky na čistotu povlaku;
- f) jakékoli požadavky na balení pokovených součástí;
- g) jakékoli zvláštní úpravy po pokovení.

12.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádějí standardy uvedené v tabulce 42.

Základní a doplňující informace, které musí odběratel poskytnout výrobcí, uvádí ČSN EN ISO 27830, nebo ASTM B766.

TABULKA 42 – Povlaky kadmia

Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní a vojenské standardy
ČSN EN ISO 2082, ČSN EN ISO 27830, ČSN EN 2133	ISO 27830, ASTM B766, SAE AMS 2400, SAE AMS 2401, SAE AMS-QQ-P-416
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.	

12.3.1 Vzhled

Povrch musí být hladký, nepřipustné jsou viditelné vady, jako jsou puchýře, důlky, drsná místa, trhliny, nepokovená místa, skvrny a jiné nerovnoměrnosti zbarvení.

U částí, které měly dodatečnou úpravu, nesmějí být na funkčním povrchu místa bez této úpravy.

12.3.2 Tloušťka

Tloušťka se volí s ohledem na náročnost provozních podmínek, kterým musí povlak odolat vzhledem k typu okolní atmosféry a funkci povlaku.

Minimální doporučené hodnoty tloušťky povlaků kadmia pro jednotlivé provozní podmínky uvádí tabulka 43, metody měření ČSN EN ISO 3882 a ASTM B659.

U výrobků s funkční plochou 100 mm² nebo větší se za minimální tloušťku považuje minimální hodnota místní tloušťky, u ploch menších je to minimální hodnota průměrné tloušťky.

Postup měření průměrné tloušťky povlaku na výrobcích malých rozměrů uvádí ČSN EN ISO 2082 v příloze B.

TABULKA 43 – Požadavky norem na tloušťky kadmiových povlaků

Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Minimální tloušťka, [μm]			
	ČSN EN ISO 2082	SAE AMS 2400, SAE AMS 2401	SAE AMS-QQ-P-416 ^{*)}	ASTM B766
1	5	2 – 8	5	5
2	8	5 – 10	7,6	8
3	12	10 – 15	12,7	12
4	25	13 – 18		25
POZNÁMKY: ^{*)} vedle dodatečné úpravy chromátováním možná i dodatečná úprava fosfátováním; ⁺⁾ viz tabulku 7.				

12.3.3 Přilnavost

Kadmiový povlak musí vyhovět zkoušce přilnavosti leštěním uvedené v ČSN ISO 2819 nebo ASTM B571. V případě dodatečných úprav barevnými chromátovými povlaky se přilnavost těchto povlaků musí zkoušet podle čl. 6.9 v ČSN EN ISO 3613, nebo podle ASTM B201.

Vedle shora uvedené metody zkoušení ještě ČSN ISO 2819 doporučuje zkoušet přilnavost kadmiových povlaků leštěním kuličkami, odtržením lepení, ryskami nebo tahem.

Kadmiové povlaky nesmějí po zkoušce vykazovat známky oddělení od podkladového kovu nebo mezivrstvy.

12.3.4 Odolnost proti korozi

Požadavky na protikorozi odolnost kadmiových povlaků ve zkoušce neutrální solnou mlhou (NSS) podle ČSN EN ISO 9227 nebo ASTM B117 jsou uvedeny v tabulce 44.

Odolnost proti korozi zvyšují dodatečné úpravy povlaku specifikované v čl. 12.3.5.

Stanovení stupně ochrany proti korozi a stupně změny vzhledu po korozních zkouškách uvádí ČSN EN ISO 10289 nebo ISO 10289.

TABULKA 44 – Korozní odolnost kadmiových povlaků v neutrální solné mlze

Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Kadmiový povlak		Kadmiový povlak + chromátový konverzní povlak	
	Označení (část)	Doba zkoušky NSS [h] ^{*)}	Označení (část)	Doba zkoušky NSS [h] ^{*)}
0 ^{**)}	–	–	Cd5/A, Cd5/F	72
1	Cd5	48	Cd5/C, Cd5/D, Cd8/A, Cd8/F	96
2	Cd8	72	Cd8/C, Cd8/D, Cd12/A, Cd12/F	120
3	Cd12	192	Cd12/C, Cd12/D, Cd25/A, Cd25/F	240
4	Cd25	360	Cd25/C, Cd25/D	480

POZNÁMKY: ^{*)} Do vzniku červené koroze základního materiálu;
^{**)} jen pro ryze dekorativní použití;
⁺⁾ viz tabulku 7.

12.3.5 Dodatečné úpravy povlaku

Odolnost proti korozi zvyšují dodatečné úpravy konverzními povlaky. Technické požadavky uvádějí ČSN ISO 4520 a ČSN EN 2133.

Možné typy, vzhled a plošná hmotnost chromátového povlaku podle ČSN EN ISO 2082 jsou uvedeny v tabulce 45, jejich korozní odolnost v tabulce 46.

TABULKA 45 – Typy chromátového konverzního povlaku

Typ		Vzhled	Plošná hmotnost chromátového povlaku [g·m ⁻²]	Označení (část) kadmiového povlaku
Kód	Název			
A	Bezbarvý	Průsvitný, bezbarvý	≤ 0,5	Cd5/A, Cd8/A
C	Duhový	Žlutě duhový	> 0,5 až ≤ 1,5	Cd5/C, Cd8/C, Cd12/C, Cd25/C
D	Neprůhledný	Olivově zelený	> 1,5	Cd5/D, Cd8/D, Cd12/D, Cd25/D
F	Černý	Černý	> 0,5 až ≤ 1,0	Cd5/F, Cd8/F

TABULKA 46 – Korozní odolnost chromátového konverzního povlaku

Chromátový povlak	Kód chromátového povlaku	Doba zkoušky NSS [h] ^{*)}	
		Hromadné pokovování	Závěsové pokovování
bezbarvý	A	8	16
duhový	C	72	96
neprůhledný	D	72	96
černý	F	24	48

POZNÁMKA: *) do vzniku korozního napadení povlaku kadmia.

Chromátové povlaky mohou, ale nemusí obsahovat ionty šestimocného chromu. Zkušební metody pro určení přítomnosti chromátového povlaku jsou v ČSN EN ISO 3613. Plošná hmotnost povlaku se stanovuje gravimetricky podle ČSN EN ISO 3892, ČSN EN ISO 10111 nebo ASTM B767.

Chromátové konverzní povlaky typu A lze barvit organickými barvivy pro usnadnění identifikace upravovaných výrobků. Proces se provádí ponorem do vodných roztoků vhodných organických barviv, nebo postřikem těmito roztoky.

Jiné dodatečné úpravy po chromátování, zvyšující odolnost proti korozi (utěsnění, impregnace) nebo barvení povlaku aj., se musí předepsat pomocí kódů uvedených v tabulce 5 pro národní projekty, pro mezinárodní projekty pak typovým značením dle příslušné normy. Norma SAE AMS-QQ-P-416 specifikuje i dodatečnou úpravu kadmia fosfátováním.

Jestliže se k závěrečnému oplachu po chromátování použije horká voda, má být doba u povlaků se šestimocným chromem co nejkratší, aby se předešlo rozpouštění šestimocného chromu. Maximální přípustná teplota při sušení povlaku je 60 °C, aby se předešlo praskání způsobovanému vysycháním povlaku.

12.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Všeobecné požadavky na úpravu podkladového kovu uvádí čl. 6.4 tohoto standardu, ČSN EN ISO 27830 a standardy uvedené v tabulce 47.

TABULKA 47 – Příprava podkladového kovu

	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní standardy
Postupy pro uvolnění vnitřního pnutí	ČSN EN 2133	EN ISO 2082, ISO 9587, ASTM B766, SAE AMS-QQ-P-416, SAE AMS 2400, SAE AMS 2401
Postupy čištění ^{+) ,} úpravy a kontroly stavu podkladového materiálu	ČSN EN 2133	ASTM B183, ASTM B242, ASTM B254, ASTM B320, ASTM B322
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B, ^{+) je nepřípustné použití chlorovaných rozpouštědel.}		

Pokud to předepíše odběratel, musí se ocelové součásti s mezí pevnosti v tahu rovné nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC) a ty, v nichž se vyskytují tahová pnutí vyvolaná obráběním, broušením, rovnáním nebo tvářením za studena, podrobit tepelnému zpracování k odstranění pnutí před čištěním a vyloučením povlaku. Postupy a třídy tepelného zpracování k odstranění pnutí musí odpovídat těm, které předepsal odběratel, nebo odběratel může předepsat vhodné postupy a třídy z ISO 9587 nebo ASTM B849.

Oceli s oxidy nebo okujemi se musí před nanesením povlaků očistit. U vysokopevnostních ocelí se dává přednost neelektrolytickému alkalickému a anodickému alkalickému čištění, nebo mechanickým postupům čištění, aby se předešlo nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti během čištění.

12.5 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Tepelné zpracování ocelí pro odstranění vodíkové křehkosti dle čl. 6.5.3.1 specifikují normy ČSN EN ISO 2082, ČSN EN 2133, ISO 9588, ASTM B850, ASTM B766 a SAE AMS 2759/9, kvalita zpracování se vyhodnocuje podle ASTM F519.

Účinnost zpracování k odstranění vodíkové křehkosti se musí stanovit podle ISO 10587 (pro stanovení zbytkové vodíkové křehkosti) a podle ISO 15724 (pro měření relativní koncentrace vodíku schopného difuze v ocelích), pokud odběratel nestanoví jinak.

12.6 Zkoušky znaků kvality povlaků

Možnosti pro výběr metody zkoušení uvádí tabulka 48, návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.

TABULKA 48 – Zkoušky znaků kvality povlaku

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	vizuálně	Dle čl. 12.3.1
Tloušťka, minimální	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568 ČSN EN ISO 3543, ASTM B567 ČSN EN ISO 2178, ASTM B499 ČSN EN ISO 2360, ASTM B244, ASTM E376, ČSN EN ISO 2082 ^{*)}	Dle požadavku odběratele.

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Přilnavost kadmiového povlaku	ČSN ISO 2819, ASTM B571	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Přilnavost chromátových povlaků ^{*)}	ČSN EN ISO 3613, ASTM B201	Dle požadavku specifikace.
Korozní odolnost	ČSN EN ISO 9227, ASTM B117 ČSN EN ISO 10289, ISO 10289	Nepřípustné jsou známky koroze podkladu po požadované době expozice.
POZNÁMKA: *) jsou-li dodatečné úpravy požadovány, *) stanovení na malých součástkách.		

12.7 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 12.6.

Přejímací postupy jsou stanoveny normami ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916. Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

12.8 Opravy kadmiových povlaků

Postupy pro opravy poškozených nebo opotřebených kadmiových povlaků uvádějí normy SAE AMS 2451/4 ve spojení se SAE AMS 2451.

12.9 Náhrada kadmia alternativními povlaky

Vzhledem k toxicitě kadmia jsou tyto povlaky zakázány pro přímý styk s poživatinami. Nejsou vhodné pro části po provedeném kadmiování svařované, pájené apod., kdy se toxické výpary mohou inhalovat.

Alternativní povlaky pro náhradu kadmiového povlaku uvádí SAE AIR 5919, další normativní odkazy jsou uvedeny v tabulce 49.

TABULKA 49 – Alternativní náhrady za kadmiové povlaky

Typ povlaku	Technologie přípravy povlaku	Normativní odkazy
Ni	Autokatalytické (bezproudové) pokovování	SAE AIR 4160, SAE AMS 2405, SAE AMS 2404
Al	Chemické napařování	SAE AIR 4160, SAE AMS 2427
Cd-Ti	Elektrolytické pokovování	SAE J 474, SAE AIR 4160, SAE AMS 2419
Zn	Elektrolytické nebo mechanické pokovování, difúzní povlaky	SAE J 474, SAE AIR 4160, SAE AMS-C-81562, SAE AMS 2402
Pb	Elektrolytické pokovování	SAE J 474, SAE AIR 4160, SAE AMS 2414
Zn-Cd	Elektrolytické pokovování	SAE J 474, SAE AIR 4160
Zn-Ni	Elektrolytické pokovování	SAE J 474, SAE AIR 4160, SAE AMS 2417
Ni-Cd	Elektrolytické pokovování	SAE J 474, SAE AIR 4160
Sn	Mechanické nebo autokatalytické (bezproudové) pokovování	SAE AIR 4160

Typ povlaku	Technologie přípravy povlaku	Normativní odkazy
Sn-Cd	Elektrolytické nebo mechanické pokovování	SAE J 474, SAE AIR 4160, SAE AMS-C-81562
Sn-Ni	Elektrolytické pokovování	SAE J 474, SAE AIR 4160, ČSN EN ISO 2179, ASTM B605
Sn-Zn	Elektrolytické nebo mechanické pokovování	SAE J 474, SAE AMS 2434, SAE AIR 4160, SAE AMS-C-81562
Akryláty	Stříkání, štětcem	SAE AIR 4160
Epoxidy	Stříkání, štětcem, elektrostatické stříkání	SAE AIR 4160, SAE AMS 3116
Fluoro-karbonáty	Máčení, tlak. a elektrostatické stříkání, natavení	SAE AIR 4160, SAE AMS 3138, SAE AMS 3647
Nylon	Fluidní nanášení, elektrostatické stříkání, natavení	SAE AIR 4160
Polyestery	Elektrostatické stříkání	SAE AIR 4160
Polyuretany	Stříkání, štětcem	SAE AIR 4160

13 Elektrolyticky vyloučené povlaky zinku

13.1 Rozsah použití

Zinkové povlaky se používají jako ochrana proti atmosférické korozi a užitkové vodě. Odolávají atmosférické korozi za vzniku korozních zplodin. Ve vnitřní nepřímé vlhké atmosféře se koroze projevuje jako postupné tmavnutí povrchu, ve vnější atmosféře jsou korozní zplodiny objemné. V průmyslově znečištěné atmosféře korozní odolnost klesá se stoupajícím obsahem oxidu siřičitého v ovzduší (viz tabulka 50).

Zinkové povlaky jsou podle čl. 5.5.1.4 v MIL-HDBK-808 nevhodné:

- na části v kontaktu s teplotou překračující 260 °C,
- kontaktní části, kde korozní produkty by mohly vadit normální funkci,
- na zemnicí kontakty, kde zvýšený elektrický odpor zinkovaných povrchů by byl problematický,
- na části a komplety konstruované z ocelí tepelně upravených na konečnou pevnost v tahu 1 230 MPa a vyšší.

TABULKA 50 – Korozní odolnost zinkových povlaků v atmosférách (ASTM B633)

Typ atmosféry	Průměrná korozní rychlost [$\mu\text{m}\cdot\text{rok}^{-1}$]
Průmyslová	5,6
Městská neprůmyslová nebo přímořská	1,5
Příměstská	1,3
Venkovská	0,6
Vnitřních prostorů	max. 0,5

Odolnost povlaků ve studené (užitkové) vodě je velmi dobrá, se zvyšující se teplotou vody tato odolnost klesá. Povlaky neodolávají ani slabým roztokům alkálií (např. výluhu omítky) a kyselin.

Vzhledem k oceli mají výslovně anodický charakter, takže zabraňují korozi i v případě místní nehomogenity (póry, poškrábání, nechráněné hrany apod.).

Životnost zinkových povlaků je lineárně úměrná jejich tloušťce a výrazněji nezávisí na technologii, kterou byly vytvořeny. Jsou používány i pro drobnější ocelové výrobky, které svým tvarem umožňují vyloučit povlak požadované kvality a odstranění zbytků lázni oplachem.

Elektrolyticky se vylučují hladké vzhledné zinkové povlaky prakticky do tloušťky asi 40 μm . Povlaky vyloučené z leskle pracující lázně mohou plnit i ozdobnou funkci. Chromátování zlepšuje jejich vzhled a oddaluje počátek vzniku korozních zplodin.

13.2 Označování povlaku

13.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí podkladový materiál, označení jeho normy, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku zinku, číslo označujícího minimální tloušťku zinku v μm , požadovaná tepelná úprava povrchu zinku a dodatečná úprava povrchu zinku konverzním povlakem.

13.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova „Elektrolyticky vyloučený povlak“;
- označení požadované normy, např. ISO 2081;
- pomlčku (–);
- chemickou značku podkladového kovu nebo hlavního kovu slitiny (viz tabulku 1) a normalizované označení (označení dle poznámky 1 a příkladu 1 v čl. 7.2.2);
- lomítko (/);
- chemickou značku zinku, číslo označujícího minimální tloušťku zinku v μm a symbol pro tepelnou úpravu povrchu zinku;
- lomítko (/);
- symbol pro dodatečnou úpravu povrchu zinku konverzním povlakem;
- lomítko (/);
- symbol pro dodatečnou úpravu konverzního povlaku (viz tabulku 5).

Dvě lomítka těsně po sobě znamenají, že příslušný krok v procesu se buď nevyžaduje, nebo byl vynechán (viz ISO 27830).

13.2.3 Označení podkladového kovu

Podkladový kov se musí označit svou chemickou značkou, u slitiny chemickou značkou její hlavní složky (viz tabulku 1 a poznámku 2 v čl. 7.2.3).

13.2.4 Označení požadavků na tepelné zpracování

Označení požadavků na tepelné zpracování se provede podle národní normy ČSN EN ISO 27830 nebo jiné odpovídající normy (např. ASTM B850). Označení požadavků na tepelné zpracování se uvádí takto:

- a) písmeny:
 - SR pro tepelné zpracování k odstranění pnutí;
 - ER pro tepelné zpracování ke snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí;
 - HT pro tepelné zpracování k jiným účelům;
- b) v kulatých závorkách se uvede minimální teplota ve stupních Celsia;
- c) doba tepelného zpracování v hodinách (viz příklad 2 v čl. 7.2.4).

13.2.5 Označení tloušťky kovových vrstev a typu dodatečné povrchové úpravy

Minimální doporučené hodnoty tloušťky povlaků zinku pro jednotlivé provozní podmínky uvádí tabulka 52. Možné typy, vzhled a symboly značení dodatečného chromátového povlaku uvádí tabulka 56.

13.2.6 Příklady částí označení povlaků

Podle EN ISO 2081 elektrolyticky vyloučený povlak zinku o tloušťce 25 µm na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), který byl po dobu 8 hodin tepelně zpracován při teplotě 190 °C pro odstranění vodíkové křehkosti, dodatečně opatřen neprůhledným konverzním chromátovým povlakem a následně napuštěn organickým impregnačním materiálem, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak EN ISO 2081 – Fe<>//Zn25/ER(190)8/D/T2

Podle ISO 2081 elektrolyticky vyloučený povlak zinku o tloušťce 25 µm na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), která byla před elektrolytickým pokovením tepelně zpracována pro odstranění pnutí při teplotě 200 °C po dobu 3 hodin. Povlak zinku, který byl po dobu 8 hodin tepelně zpracován při teplotě 190 °C pro odstranění vodíkové křehkosti, dodatečně opatřen neprůhledným konverzním chromátovým povlakem a následně napuštěn organickým impregnačním materiálem, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 2081 – Fe<>/SR(200)3/Zn25/ER(190)8/D/T2

Podle ASTM B633 elektrolyticky vyloučený povlak zinku o tloušťce 8 µm na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), který byl po dobu 3 hodin tepelně zpracován při teplotě 190 °C pro odstranění vodíkové křehkosti a dodatečně opatřen bezbarvým konverzním chromátovým povlakem, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ASTM B633 – Fe<>//Zn8/ER(190,3)/Type III

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

Při objednávání elektrolytického pokovení výrobků podle mezinárodních norem musí odběratel poskytnout tyto informace v písemné formě, např. ve smlouvě nebo objednávce, popř. na výkresech:

- a) označení příslušné normy (viz tabulku 51);
- b) druh podkladového materiálu;
- c) stupeň provozních podmínek nebo požadované označení povlaku (viz tabulku 52);
- d) vymezení funkčního povrchu výrobku; např. jeho vyznačením na výkresech nebo poskytnutím vhodně označených vzorků;
- e) přejímací postup (viz čl. 13.8);
- f) místa, kde mohou být nevyhnutelné stopy po dotyku a jiné vady;
- g) typ dodatečné úpravy konverzním povlakem nebo jiných dodatečných úprav;
- h) požadovanou metodu zkoušení tloušťky a přilnavosti;
- i) pevnost součástí v tahu a požadavky na tepelné zpracování (viz čl. 13.4 a 13.5);
- j) metody vzorkování, úrovně přijatelnosti a jiné požadavky na kontrolu, pokud se liší od požadavků stanovených v ISO 4519;
- k) jakékoli požadavky na urychlené korozní zkoušky a na hodnocení.

- **Doplňující informace**

Pokud jsou požadovány, musí odběratel poskytnout tyto doplňující informace:

- a) jakékoli zvláštní požadavky na mezivrstvy;
- b) vzorek požadované konečné úpravy;
- c) jakoukoli zvláštní požadovanou předběžnou nebo dodatečnou úpravu;
- d) jakékoli konkrétní požadavky na čistotu povlaku;
- e) jakékoli požadavky na balení pokovených součástí;
- f) jakékoli zvláštní úpravy po pokovení.

13.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádějí normativní dokumenty uvedené v tabulce 51.

TABULKA 51 – Specifikace pro povlaky zinku

Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní standardy
ČSN EN ISO 2081, ČSN EN ISO 27830	ASTM B633, ISO 2081, ISO 27830, SAE AMS 2402
POZNÁMKA: *) návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.	

13.3.1 Vzhled

Povrch musí být hladký, nepřipustné jsou viditelné vady, jako jsou puchýře, důlky, drsná místa, trhliny, nepokovená místa, skvrny a jiné nerovnoměrnosti zabarvení. Pokud není stanoveno jinak, musí být povlak zinku lesklý. U částí, které mají dodatečnou úpravu, nesmějí být na funkčním povrchu místa bez této úpravy. Pokud je to nezbytné, musí odběratel dodat nebo schválit vzorky znázorňující požadovanou úpravu povrchu.

U výrobků, u nichž nelze zabránit vzniku stop po závěsech, musí být jejich poloha dohodnuta mezi zúčastněnými stranami.

13.3.2 Tloušťka

Tloušťka se volí s ohledem na náročnost provozních podmínek, kterým musí povlak odolat vzhledem k typu okolní atmosféry a funkci povlaku. Minimální požadované hodnoty místní tloušťky povlaků zinku pro jednotlivé provozní podmínky uvádí tabulka 52, doporučené tloušťky s dodatečnou úpravou povlaku tabulka 53 a 56. Přehled metody měření tloušťky uvádějí ČSN EN ISO 3882 a ASTM B659.

TABULKA 52 – Požadavky na minimální tloušťky povlaků zinku

Stupeň provozních podmínek ⁺⁺	Označení (část)	Minimální tloušťka ⁺ [μm]
1	Zn5	5
2	Zn8	8
3	Zn12	12
4	Zn15	15

POZNÁMKY: ⁺) u výrobků s funkční plochou 100 mm² nebo větší se za minimální tloušťku považuje minimální hodnota místní tloušťky, u ploch menších je to minimální hodnota průměrné tloušťky;
⁺⁺) viz tabulku 7.

13.3.3 Přilnavost

Při zkoušce přilnavosti leštěním podle ČSN ISO 2819 nebo ASTM B571 musí zinkový povlak prokázat dobrou přilnavost. Vedle metody zkoušení podle ČSN ISO 2819 ještě doporučuje zkoušet přilnavost zinkových povlaků leštěním kuličkami, odtržením lepení, ryskami a tahem. Zinkové povlaky nesmějí po zkoušce vykazovat známky oddělení od podkladového kovu nebo mezivrstvy.

Přilnavost barevných chromátových povlaků se musí zkoušet podle čl. 5.9 v ČSN EN ISO 3613 nebo ASTM B201.

13.3.4 Odolnost proti korozi

Odolnost proti korozi zvyšují dodatečné úpravy povlaku specifikované v čl. 13.6. Požadavky na korozní odolnost při zkoušce neutrální solnou mlhou podle ČSN EN ISO 9227 nebo ASTM B117 jsou uvedeny:

- pro povlakový systém zinek plus chromátový konverzní povlak v tabulce 53;
- pro chromátový konverzní povlak do počátku koroze zinkového povlaku v tabulce 54 (jestliže se výrobky zpracovávají hromadně elektrolytickým pokovováním a hromadně chromátováním v bubnech, je korozní odolnost nižší, což se odráží i v požadavcích na zkoušku solnou mlhou).

Stupeň ochrany proti korozi a stupeň změny vzhledu po korozních zkouškách se stanoví podle ČSN EN ISO 10289 a ISO 10289.

TABULKA 53 – Korozní odolnost povlakového systému

Stupeň provozních podmínek ⁺	Označení (část)	Doba zkoušky NSS ¹⁾ [h]
0	Fe/Zn5/A Fe/Zn5/B Fe/Zn5/F	48

Stupeň provozních podmínek ⁺⁾	Označení (část)	Doba zkoušky NSS ^{*)} [h]
1	Fe/Zn5/C Fe/Zn5/D Fe/Zn8/A Fe/Zn8/B Fe/Zn8/F	72
2	Fe/Zn8/C Fe/Zn8/D Fe/Zn12/A Fe/Zn12/F	120
3	Fe/Zn12/C Fe/Zn12/D Fe/Zn25/A Fe/Zn25/F	192
4	Fe/Zn25/C Fe/Zn25/D	360
POZNÁMKY: ⁺⁾ viz tabulku 7, ^{*)} do vzniku korozního napadení podkladového kovu.		

TABULKA 54 – Korozní odolnost chromátového konverzního povlaku

Chromátový povlak	Kód chromátového povlaku	Doba zkoušky NSS [h] ^{*)}	
		Hromadné pokovování	Závěsové pokovování
bezbarvý	A	8	16
odbarvený	B	8	16
duhový	C	72	96
neprůhledný	D	72	96
černý	F	24	48
POZNÁMKA: ^{*)} do vzniku korozního napadení povlaku zinku.			

13.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Normativní postupy čištění povrchu pro zajištění dobré přilnavosti povlaku, tepelného zpracování ocelí pro uvolnění vnitřního pnutí a požadované kovové mezivrstvy jsou uvedeny v tabulce 55 a v čl. 6.4.

TABULKA 55 – Příprava podkladu

	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní standardy
Postupy pro uvolnění vnitřního pnutí Označování tepelného zpracování	ČSN EN ISO 27830	ASTM B849, ASTM B633, ISO 27830, SAE AMS 2402
Postupy čištění, úpravy a kontroly stavu podkladového materiálu	-	ASTM B183, ASTM B242, ASTM B254, ASTM B320, ASTM B322, SAE AMS 2402
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.		

Oceli s oxidy nebo okujemi se musí před nanesením povlaků očistit. U vysokopevnostních ocelí se dává přednost neelektrolytickému alkalickému a anodickému alkalickému čištění, nebo mechanickým postupům čištění, aby se předešlo nebezpečí vzniku vodíkové křehkosti během čištění.

Pokud to předepíše odběratel, musí se ocelové součásti s mezí pevnosti v tahu rovné nebo větší než 1 000 MPa (31 HRC) a ty, v nichž se vyskytují tahová pnutí vyvolaná obráběním, broušením, rovnáním nebo tváření za studena, podrobit tepelnému zpracování k odstranění pnutí před čištěním a vyloučením povlaku. Postupy a třídy tepelného zpracování k odstranění pnutí musí odpovídat těm, které předepsal odběratel, nebo odběratel může předepsat vhodné postupy a třídy z ISO 9587 nebo ASTM B849.

13.5 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Jakékoli tepelné zpracování k odstranění vodíkové křehkosti musí být provedeno před nanesením chromátového konverzního povlaku. Tepelné zpracování ocelí pro odstranění vodíkové křehkosti specifikuje ČSN EN ISO 2081, ISO 9588, ASTM B850, ASTM B633, kvalita zpracování se vyhodnocuje podle ASTM F519.

Označení tepelného zpracování se provede dle zásad ČSN EN ISO 27830 (viz čl. 6.5.3.1).

Účinnost zpracování k odstranění vodíkové křehkosti se musí stanovit podle ISO 10587 (pro stanovení zbytkové vodíkové křehkosti) a podle ISO 15724 (pro měření relativní koncentrace vodíku schopného difuze v ocelích), pokud odběratel nestanoví jinak.

13.6 Dodatečné úpravy povlaku

Odolnost proti korozi zvyšují dodatečné úpravy konverzními povlaky. Technické požadavky uvádí ČSN EN ISO 2081, ČSN ISO 4520, ČSN EN ISO 19598 a ASTM B633. Lze použít všechny typy chromátových konverzních povlaků (viz tabulku 56), alternativních konverzních povlaků, které neobsahují šestimocný chrom, nebo vůbec žádný chrom a jiných náhrad, s výjimkou fosfátových povlaků. U všech těchto povlaků se vyžaduje, aby splnily korozní požadavky uvedené v ČSN EN ISO 2081.

Zkušební metody pro určení přítomnosti chromátového povlaku jsou v ČSN EN ISO 3613 a ASTM B201. Plošná hmotnost povlaku se stanovuje gravimetricky podle ČSN EN ISO 3892, ČSN EN ISO 10111 nebo ASTM B767.

TABULKA 56 – Typy chromátového konverzního povlaku

Typ		Vzhled	Plošná hmotnost chromátového povlaku [g·m ⁻²]	Označení (část) zinkového povlaku
Kód	Název			
A	Bezbarvý	Průsvitný, bezbarvý	≤ 0,5	Zn5/A, Zn8/A, Zn12/A, Zn25/A
B ^a	Odbarvený	Průsvitný, slabě duhový	≤ 1,0	Zn5/B, Zn 8/B
C	Duhový	Žlutě duhový	> 0,5 až ≤ 1,5	Zn5/C, Zn8/C, Zn12/C, Zn25/C

Typ		Vzhled	Plošná hmotnost chromátového povlaku [g·m ⁻²]	Označení (část) zinkového povlaku
Kód	Název			
D	Neprůhledný	Olivově zelený	> 1,5	Zn5/D, Zn8/D, Zn12/D, Zn25/D
F	Černý	Černý	> 0,5 až ≤ 1,0	Zn5/F, Zn8/F, Zn12/F, Zn25/F

POZNÁMKY: ^a Dvoufázový proces.
Chromátové povlaky mohou, ale nemusí obsahovat ionty šestimocného chromu.

Chromátové konverzní povlaky typu A nebo B lze barvit organickými barvivy pro usnadnění identifikace upravovaných výrobků. Jiné dodatečné úpravy po chromátování, zvyšující odolnost proti korozi (utěsnění, impregnace) nebo barvení povlaku aj., se musí předepsat pro národní projekty pomocí kódů uvedených v tabulce 5, pro mezinárodní projekty typovým značením dle příslušné normy.

Jestliže se k závěrečnému oplachu po chromátování použije horká voda, má být doba u povlaků se šestimocným chromem co nejkratší, aby se předešlo rozpouštění šestimocného chromu. Maximální přípustná teplota při sušení povlaku je 60 °C, aby se předešlo praskání způsobovanému vysycháním povlaku.

13.7 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled možností pro výběr metody zkoušení uvádí tabulka 57, návaznost na další zahraniční normy příloha B.

TABULKA 57 – Zkoušky znaků kvality povlaku

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	vizuálně	Dle čl. 13.3.1.
Tloušťka, minimální	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568 ČSN EN ISO 3543, ASTM B567 ČSN EN ISO 2178, ASTM B499 ČSN EN ISO 2360, ASTM B244, ASTM E376	Dle požadavku odběratele.
Přilnavost zinkového povlaku	ČSN ISO 2819, ASTM B571	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Přilnavost chromátových povlaků ^{*)}	ČSN EN ISO 3613, ASTM B201	Dle požadavku specifikace.
Korozní odolnost	ČSN EN ISO 9227 NSS, ASTM B117 ČSN EN ISO 10289, ISO 10289	Nepřípustné jsou známky koroze podkladu po požadované době expozice. ^{**)}

POZNÁMKY: ^{*)} jsou-li dodatečné úpravy požadovány;
^{**)} viz tabulky 53 a 54.

Postup měření průměrné tloušťky povlaku na malých výrobcích uvádí ČSN EN ISO 2081 příloze B.

13.8 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 13.7. Přejímací postupy jsou stanoveny normami ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916.

Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

14 Elektrolyticky vyloučené povlaky stříbra a jeho slitin

14.1 Rozsah použití

Stříbrné povlaky jsou relativně měkké, mají dobrou odolnost proti atmosférické korozi. Za přítomnosti sirných sloučenin se však rychle pokrývají málo vodivou tmavou vrstvou korozních zplodin. Původní lesk se uchová po delší dobu pasivací. Odolávají vodě, neutrálním nebo slabým roztokům neoxidujících kyselin a alkáliím. Podmínkou jejich ochranné účinnosti je nepórovitost.

Povlaky stříbra a jeho slitin se vytvářejí galvanicky a v menších tloušťkách i chemicky. Pro elektrotechnické účely se galvanicky vylučují obvykle v tloušťce 10 µm až 15 µm. Spolehlivost kontaktů ze stříbra je třeba zajistit již od stupně agresivity 3 povlakem zlata nebo rhodia. Pokud se nevyžaduje elektrická vodivost, mohou se stříbrné povlaky chránit proti černání pasivací a transparentním nátěrem.

Povlaky vyloučené z leskle stříbřící lázně, obsahují asi 3 % antimonu, jsou tvrdší (HV = 140, u matných HV = 70) a lépe se proto hodí pro kontakty.

U stříbrných povlaků je nutno upozornit, že:

- v elektronických obvodech, zejména pokud je izolující materiál vlhký, dochází k migraci stříbrných iontů;
- při použití dvou podobných stříbrných povlaků (např. dvou lesklých nebo dvou matných) může u kluzných kontaktů docházet k jejich zadírání (svařování za studena).

14.2 Označování povlaku

14.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí podkladový materiál, označení jeho normy, požadavky na odstranění vnitřního prnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku stříbra, číslo označujícího minimální tloušťku stříbra v µm, požadovaná tepelná úprava povrchu stříbra a dodatečná úprava povrchu stříbra.

14.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova „Elektrolyticky vyloučený povlak“;
- označení požadované normy, např. ISO 4521;
- pomlčku (–);
- chemickou značku podkladového kovu nebo hlavního kovu slitiny (viz tabulka 1) a normalizované označení (označení dle poznámky 1 a příkladu 1 v čl. 7.2.2);

u nekovových materiálů písmena „NM“ (non-metal) a normalizované označení;
u plastů písmena PL a normalizované označení;

- lomítko (/);
- chemickou značku příslušného kovu při použití mezivrstvy (mezivrstev) a číslo udávající tloušťku mezivrstvy v μm ;
- lomítko (/);
- chemickou značku stříbra (za kterou se v případě nutnosti uvede v kulatých závorkách minimální obsah stříbra v procentech s přesností na jedno desetinné místo; u mezinárodních projektů typové označení, označení pro lesk povrchu a dodatečnou úpravu) a čísla označujícího v μm minimální tloušťku povlaku stříbra nebo jeho slitiny na funkčním povrchu.

14.2.3 Označení podkladového kovu

Podkladový kov se musí označit svou chemickou značkou, u slitiny chemickou značkou její hlavní složky (viz tabulku 1 a poznámku 2 v čl. 7.2.3). U pokovitelných plastů se musí použít písmena PL, u nekovových materiálů písmena NM.

14.2.4 Označení požadavků na tepelné zpracování

Označení požadavků na tepelné zpracování se provede podle národní normy ČSN EN ISO 27830 nebo odpovídající mezinárodní normy (např. ASTM B850). Označení požadavků na tepelné zpracování se uvádí takto:

- a) písmeny:
 - SR pro tepelné zpracování k odstranění pnutí;
 - ER pro tepelné zpracování ke snížení citlivosti k vodíkovému křehnutí;
 - HT pro tepelné zpracování k jiným účelům;
- b) v kulatých závorkách se uvede minimální teplota ve stupních Celsia;
- c) doba tepelného zpracování v hodinách (viz příklad 2 v čl. 7.2.4).

14.2.5 Označení tloušťky kovových vrstev a typu dodatečné povrchové úpravy

Minimální doporučené hodnoty tloušťky povlaků stříbra pro jednotlivé provozní podmínky uvádí tabulka 58. Možné typy, vzhled a symboly značení dodatečného chromátového povlaku uvádí tabulka 6.

14.2.6 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků EN ISO 4521 elektrolyticky vyloučený povlak stříbra o obsahu minimálně 98,9 %, minimální tloušťky 10 μm , vyloučený na oceli (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), s mezivrstvou niklu nespecifikované tloušťky, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak EN ISO 4521 – Fe $\langle \rangle$ //Ni/Ag(98,9)10

Podle požadavků ISO 4521 elektrolyticky vyloučený povlak stříbra o obsahu minimálně 98,9 %, minimální tloušťky 10 μm , vyloučený na oceli (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), s mezivrstvou niklu o tloušťce 5 μm , se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 4521 – Fe $\langle \rangle$ //Ni5/Ag(98,9)10

Podle požadavků ISO 4521 elektrolyticky vyloučený povlak stříbra o obsahu minimálně 98,8 %, minimální tloušťky 15 μm , s mezivrstvou mědi o tloušťce 5 μm ,

vyločený na oceli s maximální pevností v tahu 1200 MPa (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), s tepelným zpracováním pro odstranění vnitřního pnutí před vyloučením povlaku při teplotě 200 °C po dobu 3 h, a s tepelným zpracováním po vyloučení povlaku pro snížení vodíkové křehkosti při teplotě 190 °C po dobu nejméně 12 h, se označí:

**Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 4521 –
Fe<>/SR(200)3/Cu5/Ag(98,8)15/ER(190)12**

Podle požadavků ASTM B700 elektrolyticky vyloučený povlak stříbra o obsahu minimálně 99,9 % z leskle pracující lázně, minimální tloušťky 10 µm, vyloučený na oceli (označení podkladu v <> dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3) s mezivrstvou niklu a dodatečně upravený proti černání, se označí:

**Elektrolyticky vyloučený povlak ASTM B700 – Fe<>/Ni/Ag Type 1, Grade B,
Class S 10**

Pro účely objednávky musí podrobná specifikace výrobku obsahovat nejen označení, ale i jasné písemné vyjádření ostatních požadavků, které jsou důležité pro funkční schopnost konkrétního výrobku.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

- a) označení příslušné normy a označení požadovaného povlaku (viz čl. 14.2);
- b) vyznačení funkčního povrchu výrobku, např. na výkresech nebo vhodným způsobem na vzorcích;
- c) povahu, stav a úpravu podkladového kovu, pokud mohou ovlivnit provozuschopnost a/nebo vzhled povlaku (viz čl. 14.3.1);
- d) polohu nevyhnutelných vad na povrchu, např. stop po zavěšení;
- e) požadovanou konečnou úpravu povrchu, např. lesklou, matnou nebo jinou úpravu a pokud možno odsouhlasený vzorek úpravy;
- f) požadavky na metody zkoušení tloušťky, přilnavosti povlaku a urychlené korozní zkoušky (viz čl. 14.8);
- g) pevnost v tahu částí a požadavky na tepelné zpracování před a/nebo po elektrolytickém vyloučení povlaku;
- h) metody vzorkování, úrovně přijatelnosti nebo jiné požadavky na kontrolu, pokud se liší od požadavků stanovených v kapitole 7 ISO 4519 (viz čl. 14.9).

- Doplňující informace

Pokud výrobce požaduje, musí mu odběratel poskytnout tyto doplňující informace:

- a) minimální obsah stříbra v povlaku, podrobné údaje o všech legujících prvcích, metody stanovení minimálního obsahu stříbra (viz ČSN EN ISO 4521 čl. 6.6) a přítomnost zbytkových solí (viz ČSN EN ISO 4521 čl. 6.16);
- b) jakékoli opatření pro následné čištění;
- c) jakékoli zvláštní požadavky na mezivrstvy;
- d) jakékoli zvláštní požadavky na úpravu proti zmatnění, typ úpravy a použitá zkušební metoda;
- e) použitou metodu zkoušení pórovitosti a počet a umístění přípustných pórů;

- f) elektrické vlastnosti povlaku a doporučené zkušební metody (viz čl. 14.3.8);
- g) mikrotvrdost povlaku a doporučenou zkušební metodu podle ISO 4516 (viz čl. 14.3.6);
- h) požadavky na pájitelnost povlaku a doporučenou zkušební metodu (viz čl. 14.7);
- i) jakékoli požadavky na odolnost proti oděru a použitou zkušební metodu;
- j) požadavky na tvárnost povlaku a použitou zkušební metodu;
- k) jakékoli požadavky na čistotu povrchu finálních výrobků;
- l) dohodnutou střední hustotu povlaku stříbra, pokud metoda měření tloušťky povlaku vyžaduje korekci na hustotu (viz ČSN EN ISO 4521 přílohu B).

14.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádí ČSN EN ISO 27830, SAE AMS 2411, SAE AMS 2451/13 a ASTM B700.

14.3.1 Vzhled

Drsnost povrchu povlaku závisí na drsnosti povrchu základního materiálu. Funkční povrch s povlakem nesmí při 8-násobném zvětšení vykazovat vady, jako jsou důlky, trhliny, nepokovená a drsná místa, cizorodé látky. Puchýřkování nebo jiné znaky špatné přilnavosti jsou na povrchu výrobku nepřipustné.

Pokud se při prohlídce použije umělé osvětlení, je dostačující 4-násobné zvětšení.

Výrobky s elektrolyticky vyloučeným povlakem stříbra a jeho slitin, které budou dále mechanicky upravovány, nesmějí mít přílišné nerovnosti na hranách a nesmějí mít vady, které by překážely následnému zpracování.

Pokud se na funkčním povrchu povlaku nelze vyvarovat stop po závěsu, musí být místo dotyku zvoleno po dohodě odběratele s výrobcem.

Odběratel může dodat nebo schválit předběžně zhotovené vzorky s požadovanou kvalitou povrchu.

14.3.2 Tloušťka

Doporučené tloušťky povlaku stříbra a jeho slitin pro všeobecné použití (bez následného mechanického zpracování) uvádí tabulka 58. Tloušťka povlaku musí být uvedena v označení (viz čl. 14.2.5).

TABULKA 58 – Doporučené tloušťky povlaků stříbra pro technické účely v μm

ČSN EN ISO 4521	ASTM B700	Příklad užití
–	1	Minimum pro krátkodobou uchovatelnost pájitelnosti.
2	2,5	Minimum pro kontaktní konektory s limitovanou trvanlivostí.
5	5	Nominální tloušťka pro termokompresní spoje a duté zboží pro domácnosti.
10	10	Středně kvalitní uchovatelnost příborů a plochého zboží pro domácnosti, tloušťka pro termokompresní spoje polovodičů.

ČSN EN ISO 4521	ASTM B700	Příklad užití
20	20	Normální hotelové ploché zboží a vysoce kvalitní ploché a duté zboží pro domácnosti.
40	40	Aplikace, kde velmi vysoká odolnost je vyžadována.

Tloušťka povlaku se měří na ploše určené podle ČSN EN ISO 2064 nebo ASTM B659, na libovolné části funkčního povrchu vhodnou metodou vybranou odběratelem z metod uvedených v příloze B ČSN EN ISO 4521 (nedestruktivní, semidestruktivní a destruktivní metody zkoušení).

U povlaků stříbra a jeho slitin, které jsou dále mechanicky zpracovávány, se kontroluje požadovaná tloušťka povlaku po tomto zpracování.

14.3.3 Přílnavost

Požadavky na hodnocení uvádí ČSN EN ISO 4521. Povlak musí vyhovět zvolené zkoušce z uvedených v ČSN EN ISO 4521 nebo ASTM B571. Povlaky o tloušťce větší než 125 µm musí vyhovět zkoušce pilováním (viz ČSN EN ISO 4521).

ČSN EN ISO 4521 uvádí v příloze C zkoušky leštěním, leštěním v bubnu, odtržením, ohybem, pilováním a tepelným rázem.

ČSN ISO 2819 doporučuje zkoušet přílnavost stříbrných povlaků leštěním, leštěním kuličkami, odtržením pájením nebo lepením, dlátem, ryskami, tahem, hloubením podle Romanoffera a kuličkováním. Stříbrné povlaky nesmějí po zkoušce vykazovat známky oddělení od podkladového kovu nebo mezivrstvy.

Příprava metalografických vzorků pro mikroskopické stanovení tloušťky povlaku může vést k indikaci špatné přílnavosti, protože broušení a leštění může způsobit oddělení povlaku od podkladu zjistitelné mikroskopem.

Pro zabránění špatné přílnavosti povlaku se běžně používají tenké základní povlaky stříbra z elektrolytických lázní speciálně určených k tomu, aby se zabránilo chemickému nanesení stříbra na podkladový kov. Pro elektrolytické pokovení některých slitin se může požadovat tenký základní povlak zlata. Slitiny hliníku se pro zlepšení přílnavosti povlaku tepelně zpracovávají při teplotě 190 °C po vyloučení povlaku. Toto zpracování se nedoporučuje u slitin, u nichž by mohlo při této teplotě dojít ke znehodnocení.

14.3.4 Pórovitost

Pokud se požaduje povlak celistvý, musí být podroben jedné nebo více zkouškám pórovitosti určenými odběratelem (např. podle ISO 12687 nebo ISO 14647). Přehled zkoušek pórovitosti uvádí ČSN EN ISO 10308 nebo ASTM B765.

14.3.5 Odolnost proti korozi

Pokud se požaduje povlak odolný proti korozi, musí být podroben korozním zkouškám. Odběratel musí stanovit použitou urychlenou zkoušku a přípustný stupeň koroze po zkoušce. Zkoušky musí odpovídat provoznímu prostředí elektrolytický pokovených povlaků stříbra nebo jeho slitin. Stupně ochrany proti korozi a stupně změny vzhledu po korozních zkouškách uvádí ČSN EN ISO 10289 a ISO 10289.

14.3.6 Tvrdost

Pokud se požaduje, musí být tvrdost specifikována. Hodnota tvrdosti povlaku se ověřuje metodou stanovenou odběratelem (HV nebo HK), např. podle ČSN EN ISO 4516 nebo ASTM B578.

Tvrdost povlaků stříbra a jeho slitin vytvořených z mnoha typů lesklých elektrolytických lázní se významně snižuje během prvních 24 hodin po pokovení. V těchto případech se tvrdost povlaku měří až po uplynutí této doby anebo po urychleném stárnutí (např. zahříváním vzorku při teplotě 100 °C po dobu 1 hodiny).

14.3.7 Pájitelnost

Pokud se požaduje pájitelnost, musí být povlak stříbra podroben zkoušce určené odběratelem. Typ zkoušky pájitelnosti a umělé stárnutí před zkouškou musí odpovídat předpokládané funkci elektrolytický pokoveného výrobku a podrobnosti musí být dohodnuty mezi zúčastněnými stranami.

Metody zkoušení uvádí např. ČSN EN 60068-2-20, ASTM B678 a IEC 60068-2-20.

14.3.8 Elektrické vlastnosti

Pokud jsou elektrické vlastnosti důležité, musí je odběratel specifikovat spolu s metodami zkoušení (např. podle ASTM E1004).

14.3.9 Čistota povrchu

Po ukončení elektrolytického pokovení se musí části s povlakem stříbra nebo jeho slitin důkladně opláchnout a osušit. Pokud odběratel požaduje, musí být části podrobeny zkoušce stanovení přítomnosti zbytků solí podle např. přílohy D ČSN EN ISO 4521.

Maximální přípustné zvýšení konduktivity je 150 $\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$.

14.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Při předběžných úpravách základních materiálů nesmějí být použity sloučeniny obsahující rtuť. Některé základní kovy se musí tepelně zpracovat, aby se snížilo riziko jejich znehodnocení v důsledku vodíkové křehkosti.

Podmínky pro tepelné zpracování ocelí uvádí čl. 6.4, tabulky 10 a 11 tohoto standardu a normativní dokumenty uvedené v tabulce 59.

TABULKA 59 – Příprava podkladu

	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní standardy
Postupy pro uvolnění vnitřního pnutí	ČSN EN ISO 4521	ASTM B849, ASTM B700, SAE AMS 2410, SAE AMS 2411, SAE AMS 2412, SAE AMS 2413
Označování tepelného zpracování	ČSN EN ISO 27830	ISO 27830
Postupy čištění, úpravy a kontroly stavu podkladového materiálu		ASTM B183, ASTM B242, ASTM B252, ASTM B253, ASTM B254, ASTM B281, ASTM B322, SAE AMS 2410
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy viz příloha B.		

14.5 Požadavky na mezivrstvy

K zlepšení přilnavosti povlaku se obvykle používá tenká mezivrstva stříbra, která zamezí chemické redukci stříbra a slitin stříbra na podkladovém kovu. Pro určité elektrolyticky vylučované slitiny se doporučuje použít mezivrstvu zlata. Minimální tloušťky obvyklých mezivrstev uvádí tabulka 60.

V určitých případech mohou být nevhodné mezivrstvy mědi nebo niklu, tyto mohou být nahrazeny mezivrstvou stříbra nebo slitiny stříbra o nejméně stejné tloušťce.

TABULKA 60 – Požadavky na minimální tloušťky mezivrstev

Podkladový materiál	Mezivrstva (mezivrstvy) ^{*)} , ^{**)}	Min. tloušťka mezivrstvy [μm]
Měď	nepožaduje se	–
Slitiny mědi, zvláště automatová mosaz obsahující olovo	měď nebo nikl	podle dohody
Železo a jeho slitiny (mimo austenitické korozivzdorné oceli)	nikl měď + nikl	Ni10 Cu10 + Ni5 (Cu10/Ni5)
Austenitická korozivzdorná ocel	nikl (obvykle ve Woodově lázni)	tenký povlak Ni pro zajištění přilnavosti
Zinek a jeho slitiny	měď + nikl	Cu8 + Ni10 (Cu8/Ni10)
Hliník a jeho slitiny	nikl	Ni20
Ostatní podkladové materiály, např. slitiny mědi s pájenými spoji	měď a/nebo nikl	Cu10 nebo Cu2/Ni8 nebo podle dohody
<p>POZNÁMKY: *) výrobky z materiálů na bázi mědi pokovené stříbrem bez mezivrstvy niklu a výrobky z jiných materiálů s povlakem stříbra naneseným na mezivrstvu mědi bez následné mezivrstvy niklu, se nesmějí dlouhodobě používat při teplotách vyšších než 150 °C;</p> <p>**) obvykle se používají mezivrstvy niklu s nízkým vnitřním pnutím.</p>		

14.6 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Tepelné zpracování ocelí po nanesení povlaku pro snížení vodíkové křehkosti specifikují normy ČSN EN ISO 4521, ASTM B850 a SAE AMS 2759/9. Podmínky tepelného zpracování jsou uvedeny v čl. 6.5 a tabulce 11 tohoto standardu.

Tepelné zpracování může způsobit vzájemnou difuzi mezi povlakem stříbra a podkladem. Tento účinek snižuje mezivrstva niklu. V určitých případech může být mezivrstva niklu nevhodnou, pak se nahrazuje mezivrstvou stříbra nebo slitiny stříbra o nejméně stejné tloušťce.

14.7 Dodatečné úpravy

Existuje mnoho vhodných úprav, které zpomalují proces černání stříbra a jeho slitin. Pokud odběratel takovou úpravu požaduje, stanoví způsob úpravy spolu s příslušnou zkouškou podle ASTM B700. Odběratel musí určit požadovanou dobu expozice.

Mnohé úpravy proti černání zvyšují povrchový elektrický odpor povlaků stříbra a jeho slitin, a mohou také snížit jejich pájitelnost.

Pásy papíru, určené k balení elektrolyticky postříbřených výrobků, které reagují s oxidy síry a plynnými sulfidy, mohou zpomalovat černání během lodní přepravy a skladování, aniž ovlivní vlastnosti povrchu stříbra.

14.8 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled možností pro výběr metody zkoušení uvádí tabulka 61. Návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.

TABULKA 61 – Zkoušky znaků kvality povlaků

Znak kvality	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	Vizuálně	Dle čl. 14.3.1.
Tloušťka, minimální	ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568 ČSN EN ISO 3543, ASTM B567 ČSN EN ISO 2178, ASTM B499 ČSN EN ISO 3868, ČSN EN ISO 4521 ČSN EN ISO 4518, ČSN EN ISO 10111	Dle požadavku odběratele.
Přílnavost povlaku	ČSN EN ISO 4521, ASTM B571	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Tvrdost ^{*)}	ČSN EN ISO 4516, ASTM B578	Dle požadavku odběratele.
Pórovitost ^{*)}	ČSN EN ISO 10308, ASTM B765	
Pájitelnost ^{*)}	ČSN EN 60068-2-20, ASTM B678 ČSN EN 60068-2-44	Dle požadavku odběratele.
Čistota povrchu ^{*)}	ČSN EN ISO 4521, ASTM B700	Dle požadavku odběratele.
Korozní odolnost ^{*)}	ASTM B700	Dle požadavku odběratele a normativu.
POZNÁMKA: ^{*)} jsou-li požadovány.		

14.9 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 14.8.

Přejímací postupy jsou stanoveny normami ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916. Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

15 Elektrolyticky vyloučené povlaky zlata

15.1 Rozsah použití

Povlaky zlata a slitin zlata (jednovrstvé, dvouvrstvé nebo vícevrstvé) pro technické účely musí splňovat hlavně funkční, nikoli dekorativní vlastnosti povlaku. Používají se pro jejich korozní odolnost a odolnost proti černání, pájitelnost, odolnost proti oděru, pro jejich soudržnost, pro nízký a stálý elektrický kontaktní odpor a pro odrazivost infračervených paprsků.

Zlaté povlaky jsou měkké a prakticky stálé, při používaných minimálních tloušťkách však značně pórovité. Nevýhodou je jejich malá mechanická odolnost. Tvrdší a odolnější proti opotřebením jsou povlaky ze slitiny zlata, avšak s poněkud sníženou korozní odolností. Povlaky vytvořené z nekyanidových elektrolytů na bázi komplexních širčitanových iontů a povlaky s tvrdostí nižší než 90 HKN 25 vytvořené z kyanidových elektrolytů jsou velmi náchylné ke svařování za studena a zadírání. Proto je nutné se vyvarovat použití těchto povlaků na obou dotykových plochách spojů nebo kluzných kontaktů.

Byly vyvinuty kyselé zlatící lázně bez obsahu volných kyanidů, povlaky z nich vyloučené jsou tvrdé, lesklé a pájitelné.

Minimální obsah zlata v povlacích musí být 58,5 % a v případě vícevrstvých povlaků musí mít každá vrstva rozdílného obsahu nejméně 58,5 % zlata. U kontaktů, které pracují s vysokou spolehlivostí a v oblasti nízkých elektrických impedancí a napětí, mohou povlaky zlata obsahující méně než 99,0 % zlata způsobit problémy spojené s elektrickým odporem.

15.2 Označování povlaku

15.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí: podkladový materiál, označení jeho normy, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku zlata, číslo označujícího minimální tloušťku zlata v μm , požadovaná tepelná úprava povrchu zlata a dodatečná úprava povrchu zlata.

15.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova „Elektrolyticky vyloučený povlak“;
- označení požadované normy, např. EN ISO 27874;
- pomlčku (–);
- chemickou značku podkladového kovu nebo hlavního kovu slitiny (viz tabulku 1) a normalizované označení (viz poznámku 1 a příklad 1 v čl. 7.2.2 a poznámku 2 v čl. 7.2.3); u nekovových materiálů písmena „NM“ (non-metal) a normalizované označení;
- lomítko (/);
- chemickou značku příslušného kovu při použití mezivrstvy (mezivrstev) a pokud je nutné, číslo udávající tloušťku mezivrstvy (mezivrstev) v μm ;
- lomítko (/);
- chemickou značku zlata (za kterou se v případě nutnosti uvede v kulatých závorkách minimální obsah zlata v hmotnostních procentech s přesností na jedno desetinné místo) a číslo označující v μm minimální tloušťku povlaku zlata nebo jeho slitiny na funkčním povrchu;
- u dvouvrstvých a vícevrstvých povlaků zlata se pro každý požadovaný povlak zlata nebo slitin zlata opakuje část označení obsahující chemickou značku zlata (za kterou se v případě nutnosti uvede v kulatých závorkách minimální obsah zlata v hmotnostních procentech s přesností na jedno desetinné místo) a číslo

označující v μm minimální tloušťku povlaku zlata nebo jeho slitiny na funkčním povrchu.

Označování tepelného zpracování, je-li požadováno, se provede podle národní normy ČSN EN ISO 27830 nebo odpovídající mezinárodní normy (např. ASTM B850), nebo vojenské normy (např. MIL-DTL-45204) v pořadí provedení (viz příklad 2 v čl. 7.2.4).

15.2.3 Příklady částí označení povlaků

Podle požadavků EN ISO 27874 elektrolyticky vyloučený povlak čistého zlata o minimální tloušťce 5 μm , vyloučený na elektrolyticky niklovanou ocel (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak EN ISO 27874 – Fe $\langle \rangle$ /Ni/Au5

Podle požadavků ISO 27874 elektrolyticky vyloučený povlak slitiny, obsahující 98,0 % zlata a 2 % stříbra, o minimální tloušťce 5 μm , vyloučený na slitinu zinku (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3) s mezivrstvami niklu na mědi, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 27874 – Zn $\langle \rangle$ /Cu/Ni/AuAg(2,0)5

Podle požadavků ISO 27874 elektrolyticky vyloučený povlak slitiny obsahující 99,5 % zlata a 0,2 % niklu, o minimální tloušťce 0,5 μm , vyloučený na povlak čistého zlata o minimální tloušťce 1 μm na slitině mědi (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 27874 – Cu $\langle \rangle$ /Au1/AuNi(0,2)0,5

Podle požadavků ISO 27874 elektrolyticky vyloučený povlak čistého zlata o minimální tloušťce 5 μm , vyloučený na mezivrstvu mědi o tloušťce 5 μm na oceli (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3) s maximální pevností v tahu 1200 MPa, tepelně zpracované při 200 °C po dobu 3 h pro odstranění vnitřního pnutí před vyloučením povlaku, po vyloučení povlaku provedení tepelného zpracování pro snížení vodíkové křehkosti při teplotě 190 °C po dobu 12 h, se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ISO 27874 – Fe $\langle \rangle$ /SR(200)3/Cu5/Au5/ER(190)12

Podle požadavků ASTM B488 elektrolyticky vyloučený povlak zlata o minimálním obsahu 99,0 %, s tvrdostí podle Knoopu 130 – 200 HK 25 a minimální tloušťkou 2,5 μm , vyloučený s mezivrstvou niklu na mědi (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), se označí:

Elektrolyticky vyloučený povlak ASTM B488 – Cu $\langle \rangle$ /Ni/Au Type II, Code C 2,5

Pro účely objednávky musí podrobná specifikace výrobku obsahovat nejen označení, ale i jasné písemné vyjádření ostatních požadavků, které jsou důležité pro funkční schopnost konkrétního výrobku.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

- a) označení příslušné normy;
- b) označení požadovaného povlaku (viz čl. 15.2);

- c) povahu, stav a úpravu podkladového kovu, pokud mohou ovlivnit provozuschopnost a/nebo vzhled povlaku (viz čl. 15.3.1);
- d) pevnost v tahu částí výrobku a požadavky na tepelné zpracování před a/nebo po elektrolytickém vyloučení povlaku;
- e) označení funkčního povrchu výrobku, na který má být nanesen povlak, např. na výkresech nebo vhodným způsobem na vzorcích;
- f) polohu nevyhnutelných vad na povrchu, např. stop po zavěšení;
- g) požadovanou konečnou povrchovou úpravu, např. lesklou, matnou nebo jinou úpravu a pokud možno odsouhlasený vzorek úpravy;
- h) požadavky na tloušťku povlaku, včetně míst měření vyznačených na výkresech;
- i) požadavky na zkoušení přilnavosti povlaku (viz čl. 15.7);
- j) metody vzorkování, úrovně přijatelnosti nebo jiné požadavky na kontrolu, pokud se liší od požadavků stanovených v kapitole 7 ISO 4519 (viz čl. 15.8).

- **Doplňující informace**

Pokud výrobce požaduje, musí mu odběratel poskytnout tyto doplňující informace:

- a) složení povlaku, minimální obsah zlata v povlaku a údaje o případných slitinových prvcích i nežádoucích nečistotách (viz čl. 15.3.5);
- b) jakékoli použité zvláštní způsoby čištění;
- c) jakékoli zvláštní požadavky na mezivrstvy;
- d) jakékoli požadavky na obsah zlata a tloušťku jednotlivých vrstev v dvouvrstvém nebo vícevrstevném povlaku;
- e) požadavky na elektrické vlastnosti povlaku a použité zkušební metody (viz čl. 15.3.6);
- f) požadavky na mikrotvrdost povlaku a použitou zkušební metodu (viz čl. 15.3.7);
- g) jakékoli požadavky na pájitelnost povlaku a použitou zkušební metodu (viz čl. 15.3.8);
- h) jakékoli požadavky na odolnost proti oděru a použitou zkušební metodu (viz čl. 15.3.9);
- i) jakékoli požadavky na tvárnost povlaku a použitou zkušební metodu;
- j) jakékoli požadavky na čistotu povrchu finálních výrobků;
- k) dohodnutou střední hustotu povlaku zlata, pokud metoda měření tloušťky povlaku vyžaduje korekci na hustotu (viz ČSN EN ISO 27874 přílohu B).
- l) jakékoli požadavky na urychlené korozní zkoušky;
- m) jakékoli další požadavky, např. zkoušku přítomnosti zbytkového množství solí.

15.3 Požadavky na povlak

Metodu specifikace všeobecných požadavků pro elektrolyticky vyloučené povlaky na kovových materiálech uvádí ČSN EN ISO 27830. Základní a doplňující informace, které musí odběratel poskytnout výrobcí, uvádí ČSN EN ISO 27874 nebo ASTM B488.

15.3.1 Vzhled

Drsnost povrchu povlaku závisí na drsnosti povrchu základního materiálu. Funkční povrch s povlakem nesmí při 8-násobném zvětšení vykazovat vady, jako jsou důlky, trhliny, nepokovená a drsná místa, nesmí obsahovat cizorodé látky. Puchýřkování nebo jiné znaky špatné přilnavosti jsou na povrchu výrobku nepřípustné. Pokud se při prohlídce použije umělé osvětlení, je dostačující 4-násobné zvětšení.

Při selektivním pokovování musí být množství skvrn nacházející se na rozhraní mezi pokovenou a nepokovenou plochou výrobku dohodnuto smluvními stranami.

Pokud se na funkčním povrchu povlaku nelze vyvarovat stop po závěsu, musí být místo dotyku zvoleno po dohodě odběratele s výrobcem. Odběratel může dodat nebo schválit předběžně zhotovené vzorky s požadovanou kvalitou povrchu.

15.3.2 Tloušťka

Minimální místní tloušťky povlaku zlata a jeho slitin pro různá použití jsou uvedeny v tabulce 62.

Požadavky na tloušťku povlaku se v případě dvouvrstevných a vícevrstevných povlaků zlata vztahují na celkovou tloušťku povlaku, avšak požadavky na obsah zlata se vztahují vždy na jednotlivé vrstvy povlaku. Tloušťka povlaku musí být uvedena v označení.

TABULKA 62 – Obvykle předepisované tloušťky povlaku zlata a slitin zlata

Použití	Minimální tloušťka v μm
Uchování pájitelnosti, elektrické kontakty s nízkou spolehlivostí	0,1
Elektrické konektory a kontakty spínačů se střední spolehlivostí (slitiny zlata z kyselých lázní)	0,25
Polovodičové spoje (čisté zlato)	0,5
Běžně používané elektrické kontakty s vysokou spolehlivostí	0,75
Vysokofrekvenční přístroje a vlnovody (čisté zlato)	1,0
Elektrické kontakty s vysokou spolehlivostí, u nichž je důležitá bezpečnost	2,5 nebo 5,0

Tloušťka povlaku se měří na ploše určené podle ČSN EN ISO 2064 nebo ASTM B659 na libovolné části funkčního povrchu metodou vybranou odběratelem z metod uvedených v ČSN EN ISO 27874 nebo ASTM B488. Mikroskopické, profilometrické a interferenční metody měří tloušťku povlaku (d) přímo, zatímco metody zpětného odrazu paprsků beta, gravimetrické, analytické, rentgenospektrometrické a coulometrické metody závisí na plošné hmotnosti (ρ_A), a proto je zde nutný přepočítání pomocí hustoty. U metod, které vyžadují hodnotu hustoty elektrolytický vyloučeného povlaku, se musí použít skutečná hodnota hustoty (ρ) slitiny zlata a tato hodnota musí být specifikována odběratelem.

Jestliže však skutečná hustota není známa, nebo pokud odběratel neuvedl její hodnotu, používá se pro povlaky ryzího zlata hustota $19,3 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Pro povlaky slitin zlata se použije vhodná hodnota získaná aritmetickým výpočtem ze skutečného složení slitiny.

Např. pro slitinový povlak obsahující 60 % zlata a 40 % stříbra by vypočtená hustota v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ byla:

$$\rho = 100/[60/19,3 + 40/10,5] = 14,5$$

kde je:

ρ - vypočtená hustota slitinového povlaku v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$;

19,3 - hustota čistého zlata $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$;

10,5 - hustota čistého stříbra $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Skutečné hodnoty hustoty povlaků zlata elektrolyticky vyloučených z různých lázní jsou v ČSN EN ISO 27874 porovnávány s hodnotami vypočtenými z čistoty povlaku (viz tabulku 63).

TABULKA 63 – Skutečné a vypočítané hustoty povlaků zlata elektrolyticky vyloučených z různých lázní

Typ zlatíci lázně	Čistota povlaku %	Skutečná hustota $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	Vypočítaná hustota $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$
Alkalická kyanidová (matný povlak)	99,9	18,9	19,3
Alkalická nekyanidová (lesklý povlak)	99,9	19,2	19,3
„Slitinová“ (Ag) alkalická kyanidová (lesklý povlak)	99,0	16,7	19,1
„Slitinová“ (Cd) alkalická nekyanidová (lesklý povlak)	98,6	18,9	19,0
Kyselá pro tvrdé zlacení (Co) (lesklý povlak)	99,5	17,8	19,2

Z tabulky 63 plyne, že vypočítané hodnoty hustoty mohou být zatíženy značnými chybami. V tabulce uvedené skutečné hodnoty hustoty jsou pouze ilustrativní a nemají se používat jako přepočítací faktory při převodu plošné hmotnosti na tloušťku. Použitím vypočtených nebo předpokládaných hodnot lze získat nižší hodnotu tloušťky, než je skutečná.

Vztah mezi těmito třemi veličinami je popsán rovnicí: $d = \rho_A \cdot \rho^{-1}$

kde je: d - tloušťka povlaku v cm;

ρ_A - plošná hmotnost povlaku v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$;

ρ - hustota povlaku v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

15.3.3 Přilnavost

Povlaky musí být způsobilé vyhovět jedné nebo více zkouškám přilnavosti podle ČSN ISO 2819, ČSN EN ISO 27874 (zkouška leštěním, lepicí páskou, tepelným rázem a ohybem) nebo ASTM B488, jak je stanoví odběratel.

Zkouška přilnavosti lepicí páskou odhalí pouze velké vady v přilnavosti a doporučuje se pro vzorky o tloušťce povlaku do 10 μm .

Pokud se vzorek podrobí zkoušce ohybem podle ČSN EN ISO 27874 nebo ASTM B571, musí vydržet tři ohyby bez odtržení povlaku. Popraskání podkladu způsobené mikrotrhlinami, nesmí být důvodem pro zamítnutí, pokud nedošlo k odtržení povlaku.

Zkouška přilnavosti ohybem se doporučuje pro vzorky o tloušťce povlaku 0,2 mm až 1 mm.

Při nesprávné přípravě metalografických výbrusů pro mikroskopické stanovení tloušťky může dojít k oddělení povlaku od podkladů.

15.3.4 Pórovitost a odolnost proti korozi

Pokud odběratel určí, že povlak zlata nesmí být pórovitý nebo musí být odolný proti korozi, musí být části podrobeny jedné nebo více klimatickým zkouškám nebo zkouškám pórovitosti, které jsou uvedeny v ČSN EN ISO 10308, ČSN EN ISO 4524-3, ČSN EN ISO 14647, ČSN EN ISO 15720, ČSN EN ISO 15721, ASTM B798, ASTM B799 nebo ASTM B735.

Pro rovné povrchy lze použít všechny zkoušky z ČSN EN ISO 4524-3, pro zakřivené povrchy zkoušky doporučené ČSN EN ISO 4524-3, ČSN EN ISO 12687, ISO 14647 a ASTM B798. Odběratel musí stanovit přijímací číslo.

Výsledek hodnocení závisí i na uspokojivých výsledcích elektrických zkoušek (např. měření přechodového odporu). Odběratel musí stanovit přijatelný výsledek hodnocení.

15.3.5 Složení

Pokud odběratel požaduje minimální obsah zlata v jednovrstvém, dvouvrstvém nebo vícevrstvém povlaku, musí ho specifikovat. Obsah zlata v povlaku se uvede v označení povlaku (viz čl. 15.2.3). V žádném případě nesmí být nižší než 58,5 %.

Pokud odběratel požaduje, musí být obsah zlata určen metodou uvedenou v příloze D ČSN EN ISO 27874 nebo podle ASTM E1335, jak odběratel stanoví.

U slitin musí být uveden obsah zlata a slitinového kovu; pro elektronické a elektrotechnické účely se musí pozornost věnovat i nekovovým vměstkům. Fyzikální vlastnosti povlaku mohou být přítomností vměstků ovlivněny.

Povlaky čistého zlata nebo slitin zlata vyloučené ze siřičitanových lázní tvoří vrstvy náchylné ke svařování za studena. Proto se nedoporučují k použití jako povrchová úprava konektorů nebo kontaktů spínačů.

15.3.6 Elektrické vlastnosti

Pokud jsou elektrické vlastnosti povlaku důležité, musí je odběratel specifikovat spolu s metodou nebo metodami zkoušení těchto vlastností.

15.3.7 Mikrotvrдость

Pokud je stanovena hodnota mikrotvrđosti, musí být u povlaku kontrolována jednou z metod podle ČSN EN ISO 4516 nebo ASTM B578.

Typické hodnoty mikrotvrđosti uvádí ČSN EN ISO 27874 a tabulka 64.

TABULKA 64 – Rozsahy mikrotvrdotí povlaků zlata a jeho slitin

Rozsah mikrotvrdoti podle Knoopu HK 25	Typ povlaku a typické použití
max. 90	Čisté zlato pro polovodičové spoje a mikrovlnné aplikace
91 až 130	Povlaky slitin zlata z kyselých lázní pro kluzné kontakty a konektory
91 až 200	Povlaky slitin zlata z neutrálních nebo alkalických lázní pro spínače nebo konektory pro velká zatížení
>200	Jiné aplikace vyžadující odolnost proti oděru
POZNÁMKA: mikrotvrdot se mění přidáním legujících prvků a organických přísad.	

15.3.8 Pájitelnost

Pokud je pájitelnost předepsána, musí být povlak zlata podroben zkoušce pájitelnosti. Typ zkoušky a umělé stárnutí před zkouškou musí odpovídat předpokládané funkci elektrolyticky pokoveného výrobku a podrobnosti musí být dohodnuty zúčastněnými stranami. Zkouška je uvedena v ČSN EN 60068-2-20, IEC 60068-2-20 a ASTM B678.

Je nutno věnovat pozornost ochraně proti tvoření křehkých spojů a proti možnému snížení pájitelnosti tenkých pórovitých povlaků zlata při skladování (čemuž lze zabránit volbou vhodné mezivrstvy). Měkce pájené spoje na povlacích zlata mohou obsahovat intermetalické fáze, které jsou tvrdé a křehké. Pokud se vytvoří příliš mnoho intermetalické fáze, odolnost spoje proti smyku, únavě nebo úderu není dostatečná. Nebezpečí vzniku křehkosti se zvyšuje s rostoucí teplotou pájení nebo s rostoucí tloušťkou povlaku a může být vyšší u povlaků z některých slitin zlata. Pokud je tloušťka povlaku větší než 1,5 μm , doporučuje se použít zvláštní postupy pájení.

15.3.9 Odolnost proti oděru

Pokud se u povlaku vyžaduje odolnost proti oděru, musí ji specifikovat odběratel spolu s příslušnou zkušební metodou.

15.3.10 Tvárnost

Pokud se u povlaku vyžaduje tvárnost, musí ji specifikovat odběratel spolu s metodou zkoušení.

15.3.11 Čistota

Součásti s povlakem zlata nebo jeho slitin se musí po vyloučení povlaku pečlivě opláchnout a osušit. Pokud odběratel požaduje, musí se součásti podrobit zkoušce na stanovení přítomnosti zbytků solí např. podle ČSN ISO 4524-6. Maximální přípustné zvýšení konduktivity vody po zkoušce je 150 $\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$.

15.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Některé základní kovy se musí tepelně zpracovat, aby se snížilo riziko jejich znehodnocení v důsledku vodíkové křehkosti. Podmínky pro tepelné zpracování ocelí jsou uvedeny v čl. 6.4 a tabulkách 10 a 11. Normativní odkazy na postupy čištění

povrchu pro zajištění dobré přilnavosti povlaku, tepelného zpracování ocelí pro uvolnění vnitřního pnutí jsou uvedeny v tabulce 65.

TABULKA 65 – Příprava podkladu

	Národní standardy ^{*)}	Mezinárodní a vojenské standardy
Postupy pro uvolnění vnitřního pnutí Označování tepelného zpracování	ČSN EN ISO 27874 ČSN EN ISO 27830	ASTM B849, ASTM B488, SAE AMS 2422, SAE AMS 2425, ISO 27830
Postupy čištění, úpravy a kontroly stavu podkladového materiálu		ASTM B183, ASTM B242, ASTM B253, ASTM B254, ASTM B281, ASTM B322, ASTM B343, ASTM B481, SAE AMS 2422, SAE AMS 2425
POZNÁMKA: *) návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.		

15.5 Požadavky na mezivrstvu

Použití mezivrstev může být pro určité základní materiály důležité:

- pro zvýšení protikorozní odolnosti;
- pro zlepšení přilnavosti;
- pro zamezení difuze;
- pro zamezení znečištění elektrolytu;
- pro zlepšení pájitelnosti a pevnosti pájeného spoje;
- pro snížení drsnosti povrchu;
- pro snížení pórovitosti.

Jako mezivrstvy se obvykle používá měď, nikl, palladium, slitina cín-nikl a kombinace těchto kovů. Požadavky na minimální tloušťky mezivrstev jsou uvedeny v tabulce 66.

TABULKA 66 – Požadavky na minimální tloušťky mezivrstev

Podkladový materiál	Aplikace pro	Mezivrstva	Min. tloušťka mezivrstvy [μm]
Měď	Zamezení difuze	nikl	Ni2
Slitiny mědi (mosaz s obsahem olova)	Zamezení difuze	nikl, měď nebo slitina cín-nikl	1,25
Železo a jeho slitiny (mimo austenitické korozivzdorné oceli)	Ochrana proti korozi	nikl ^a měď /nikl ^a	Ni10 Cu10 + Ni5
Austenitická korozivzdorná ocel ^c	Přilnavost	nikl (obvykle Woodova lázeň) ^b nebo zlato (z kyselých lázně)	tenký povlak
Zinek a jeho slitiny	Přilnavost Ochrana proti korozi	měď /nikl ^a	Cu8 + Ni10
Hliník a jeho slitiny	Přilnavost Ochrana proti korozi	nikl ^{a, d}	Ni20
Ostatní materiály a kovy s pájenými spoji	Přilnavost Zamezení difuze	měď nebo nikl ^e	Stanoví odběratel

Podkladový materiál		Aplikace pro	Mezivrstva	Min. tloušťka mezivrstvy [μm]
Nekovové podkladové materiály		Přilnavost, pevnost, konduktivita	měď a/nebo nikl	Stanoví odběratel
POZNÁMKY:	a	Důležité může být použití mezivrstev tvárného niklu s nízkým pnutím.		
	b	Pokud se pozlacená austenitická korozivzdorná ocel má použít v prostředí obsahujícím chloridy, bude nezbytná silná mezivrstva niklu a musí být předepsaná její tloušťka.		
	c	Pod mezivrstvou niklu se může použít ještě základní vrstva mědi, nesmí však snížit tloušťku povlaku niklu.		
	d	Slitiny hliníku se mohou pro zlepšení přilnavosti tepelně zpracovat při teplotě 130 °C. Toto zpracování se nedoporučuje u slitin, u nichž by mohlo při této teplotě dojít k znehodnocení.		
	*	Pod mezivrstvou niklu se může použít ještě základní vrstva mědi, nesmí však snížit tloušťku povlaku niklu.		

Pro ztížené provozní podmínky může odběratel požadovat větší tloušťky mezivrstev, musí ji však specifikovat. Jiné mezivrstvy, požadované pro zvláštní účely, musí odběratel rovněž specifikovat. Pro zlepšení přilnavosti se může bezprostředně před nanesením hlavního povlaku zlata vytvořit tenká zlatá mezivrstva.

15.6 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Tepelné zpracování ocelí pro snížení vodíkové křehkosti po nanesení povlaku specifikuje ČSN EN ISO 27874, ASTM B850 a SAE AMS 2759/9. Podmínky tepelného zpracování jsou uvedeny v čl. 6.5.3.1 a tabulce 11. Tepelné zpracování může způsobit vzájemnou difuzi mezi povlakem zlata a podkladem. Tento účinek snižuje mezivrstva niklu.

15.7 Zkoušky znaků kvality povlaků

Přehled možností pro výběr metody zkoušení uvádí tabulka 67. Návaznost na další mezinárodní normy uvádí příloha B.

TABULKA 67 – Zkoušky znaků kvality povlaků

Znak kvality ^{*)}	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	vizuálně	Dle čl. 15.3.1.
Tloušťka, minimální	ČSN EN ISO 27874 ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN EN ISO 3497, ASTM B568 ČSN EN ISO 3543, ASTM B567 ČSN EN ISO 3868, ASTM B748 ČSN EN ISO 4518	Dle požadavku odběratele.
Přilnavost povlaku	ČSN EN ISO 27874, ASTM B571	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení.
Tvrдость	ČSN EN ISO 4516, ASTM B578	Dle požadavku odběratele.
Pórovitost	ČSN EN ISO 15721, ASTM B799 ČSN EN ISO 15720, ASTM B798	Dle požadavku odběratele.

Znak kvality ^{*)}	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
	ČSN EN ISO 4524-3, ASTM B735 ČSN EN ISO 10308, ASTM B765 ČSN EN ISO 14647, ASTM B809	
Obsah zlata	ČSN EN ISO 27874, ASTM B488	Dle požadavku odběratele.
Pájitelnost	ČSN EN 60068-2-20, ASTM B678 ČSN EN 60068-2-44	Dle požadavku odběratele.
Elektrické vlastnosti	ASTM B488	Dle požadavku odběratele.
Čistota	ČSN ISO 4524-6, ASTM B488	Dle požadavku odběratele.
Korozní odolnost	ČSN EN 60068-2-42, IEC 60068-2-42, ČSN IEC 68-2-49, IEC 60068-2-49	Dle požadavku odběratele a normativu.
POZNÁMKA: *) jsou-li požadovány.		

15.8 Kontrola a převímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 15.7. Přejímací postupy jsou stanoveny normami ČSN ISO 2859-1, ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916. Způsob převímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

Část 2

Chemicky vylučované kovové povlaky

16 Bezproudově vyloučené povlaky nikl-fosfor⁷

Autokatalytické slitinové povlaky nikl-fosfor se vytvářejí katalytickou redukcí niklových iontů v horkých, obvykle mírně kyselých roztocích při atmosférickém tlaku. Jako redukující činidlo se používají fosfornanové ionty. Protože nanosená slitina niklu je katalyzátorem reakce, proces probíhá samovolně. Vytvořené povlaky mají rovnoměrnou tloušťku i na součástech nepravidelného tvaru, pokud pracovní roztok volně proudí kolem celého povrchu součásti.

Povlak po nanesení je tvořen termodynamicky metastabilním přesyceným tuhým roztokem fosforu v niklu obsahujícím až 14 % hmotnostních procent fosforu. Fyzikální a chemické vlastnosti i struktura autokatalytických povlaků nikl-fosfor závisí na složení povlaku, chemickém složení lázně, úpravě podkladu před nanesením povlaku, kvalitě podkladu a tepelném zpracování po nanesení povlaku.

Autokatalytické povlaky nikl-fosfor se používají ke zlepšení korozní odolnosti a k zajištění odolnosti proti otěru. Obecně platí, že korozní vlastnosti se významně zlepšují zvýšením obsahu fosforu v povlaku na 8 % hmotnostních procent nebo více, zatímco odolnost proti otěru se zlepšuje snížením obsahu fosforu v povlaku pod tuto mez. Povlaky s vysokým obsahem fosforu však při vhodném tepelném zpracování vykazují značně zvýšenou mikrotvrdost a tudíž i odolnost proti otěru.

16.1 Rozsah použití

Povlaky jsou určeny:

- k dosažení odolnosti proti korozi;
- k dosažení odolnosti proti otěru;
- pro opravy opotřebených nebo nadměrně obrobených součástí;
- ke zlepšení pájitelnosti obtížně pájitelných kovů (např. hliníku).

Povlaky s nízkou pórovitostí poskytují v důsledku svého pasivního charakteru dobrou ochranu kovovému podkladu proti korozi. Požadovaná tloušťka povlaku závisí na korozních podmínkách. Povlak má být tlustší na drsných nebo pórovitých podkladech, popř. pokud má snížit vliv povrchu podkladu. Pro dosažení optimální odolnosti proti korozi, při použití co nejmenší tloušťky povlaku, má být povrch povlaku hladký a bez pórů.

DŮLEŽITÁ UPOZORNĚNÍ

Autokatalytické niklové povlaky podobných vlastností nejsou vhodné pro použití, kde se pravděpodobně vyskytne adhezní opotřebení, pokud povrchy s povlaky nejsou mazány.

Povlaky se středním a nízkým obsahem fosforu se nedoporučuje použít tam, kde se požaduje ohýbání nebo odolnost proti úderu. Zvláštní pozornost se má věnovat

⁷ Bezproudově vyloučené povlaky nikl-fosfor jsou rovněž označovány jako „chemický“ nebo „autokatalytický“ vyloučené povlaky niklu.

svařování výrobků, které byly pokoveny. Svary na pokovených plochách mohou křehnout v důsledku difuze fosforu z povlaku. Povlaky mají nízkou tvrdost za tepla a nejsou vhodné v případech, kde se vyskytuje zároveň otěr i zvýšené teploty.

Některé oceli obsahující chrom a molybden se mohou pasivovat anodickým čištěním, pokud se použije periodická změna polaritý proudu. U ocelí s pevností v tahu pod 1 000 MPa se místo periodické změny polaritý proudu může použít katodické čištění.

Povrchy mnoha kovů obsahují oxidy, které mohou ovlivnit přilnavost povlaku k podkladovému kovu. Pro mnoho kovů včetně korozivzdorné oceli a hliníku existují speciální čisticí a aktivační postupy. Přítomnost oxidových vrstev může způsobit zhoršení přilnavosti, proto bude nutné z povrchů odstranit oxidové vrstvy a všechny mikročástičky, které mohou narušit vytvoření souvislého povlaku na povrchu.

U litin a hliníkových slitin může přítomnost pórů na povrchu vyvolat korozní problémy způsobené zachycováním roztoků v pórech a/nebo nesouvislostí povlaku. Povlak na litinovém povrchu, který je nadměrně pórovitý, vyžaduje pro dosažení očekávané provozní životnosti výrobku zvláštní úpravy.

U slitin mědi obsahujících olovo může přítomnost olova na povrchu znečistit pokovovací lázeň a může způsobit zhoršení přilnavosti a pórovitost povlaku. Proto se k překrytí nebo k odstranění olova před vyloučením autokatalytického niklového povlaku mají použít zvláštní úpravy.

16.2 Označování povlaku

16.2.1 Všeobecně

Označení se musí zaznamenat do technických výkresů, objednávky, smlouvy nebo podrobné specifikace výrobku. Označením se stanoví v pořadí: podkladový materiál, označení jeho normy, požadavky na odstranění vnitřního pnutí, typ a tloušťka mezivrstev, typ a tloušťka povlaku, číslo označujícího minimální tloušťku povlaku v μm , požadovaná tepelná úprava povrchu a dodatečná úprava povrchu povlaku.

16.2.2 Složky

Označení musí obsahovat:

- slova „Autokatalytický niklový povlak“;
- označení požadované normy, např. ISO 4527;
- spojovník (-);
- chemickou značku podkladového kovu nebo hlavního kovu slitiny (viz tabulka 1) a normalizované označení (označení dle poznámky 1 a příkladu 1 v čl. 7.2.2);
- lomítko (/);
- chemickou značku kovu mezivrstvy a čísla označujícího minimální tloušťku mezivrstvy v μm ; jestliže se mezivrstva nepožaduje, tato část se vynechává;
- lomítko (/);
- chemickou značku niklu a fosforu (u netypických povlaků podle ČSN v závorce požadované chemické složení v hmotnostních procentech fosforu) a čísla označujícího minimální místní tloušťku povlaku v μm ;
- symbol pro autokatalytický niklový povlak (NiP) a symboly povlaků vyloučených před a po autokatalytickým nanesením povlaku (značka kovu(ů) doplněná číslem vyjadřujícím minimální tloušťku vrstvy v μm), přičemž jednotlivé postupy

se zaznamenají v pořadí vytváření a oddělí se lomítkem. Označení povlaku musí zahrnovat tloušťky povlaků v μm a požadavky na tepelné zpracování (viz čl. 16.4 a 16.6).

16.2.3 Příklady částí označení povlaků

Podle EN ISO 4527 chemicky vyloučený povlak nikl-fosfor na oceli (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), zahrnující mezivrstvu elektrolyticky vyloučeného povlaku niklu o tloušťce minimálně 2 μm a povlak nikl-fosfor (s obsahem fosforu 10 % m/m) o tloušťce minimálně 50 μm , se označí:

Autokatalytický niklový povlak EN ISO 4527-Fe $\langle \rangle$ //Ni2/NiP(10)50//

Autokatalytický povlak nikl-fosfor s jmenovitým obsahem 10 % hmotnostních procent fosforu, o tloušťce 15 μm , vyloučený na ocel G43400, s požadavkem na odstranění vnitřního pnutí před vyloučením povlaku při teplotě 210 °C po dobu 22 hodin, s následným elektrolytickým pokovením chromem o tloušťce 0,5 μm a odstraněním vodíkové křehkosti při teplotě 210 °C po dobu 22 hodin, se označí:

Autokatalytický niklový povlak ISO 4527-Fe \langle G43400 \rangle SR(210)22/NiP(10)15/Cr0,5/ER(210)22

Stejný povlak na slitině hliníku A96061-T6, kde se nepožaduje tepelné zpracování, se označí:

Autokatalytický niklový povlak ISO 4527-Al \langle A96061-T6 \rangle //NiP(10)15/Cr0,5//

Stejný povlak na slitině mědi C10800, kde se nepožaduje tepelné zpracování, se označí:

Autokatalytický niklový povlak ISO 4527-Cu \langle C10800 \rangle //NiP(10)15/Cr0,5//

Podle ASTM B733 chemicky vyloučený feromagnetický povlak nikl-fosfor na oceli (označení podkladu v $\langle \rangle$ dle poznámky 1 v čl. 7.2.2 a čl. 7.2.3), zahrnující mezivrstvu elektrolyticky vyloučeného povlaku niklu o tloušťce minimálně 2 μm a povlak nikl-fosfor (s obsahem fosforu 3 % m/m) o tloušťce minimálně 13 μm , tepelně upravený po vyloučení povlaku 1 hodinu při 370 °C pro dosažení tvrdosti min. 850 HK 100, se označí:

Autokatalytický niklový povlak ASTM B733-Fe $\langle \rangle$ /Ni2/NiP3Type 3, Class 2(HT 370,1)13

Pro účely objednávání nesmí podrobná specifikace výrobku zahrnovat pouze označení, ale musí obsahovat i jasné vyjádření ostatních základních požadavků uvedených dále. K získání vyhovujících bezproudově vyloučených povlaků nikl-fosfor a k vyloučení nepříznivých vlivů na mechanické vlastnosti výrobku je vhodná úzká spolupráce konstruktérů, výrobců součástí a výrobců povlaku.

Informace, které je nutno poskytnout výrobcí povlaku

- Základní informace

- a) označení povlaku (viz čl. 16.2.2);
- b) pevnost součásti v tahu a požadavky na tepelné zpracování před vyloučením nebo po vyloučení;
- c) vyznačení funkčního povrchu na výkresech výrobků nebo vhodným způsobem na vzorcích;

- d) povahu, stav a úpravu podkladového kovu, pokud mohou ovlivnit provozuschopnost a/nebo vzhled povlaku;
- e) umístění, typ a vzdálenost přípustných vad (např. označení míst pro zavěšení);
- f) požadovanou konečnou povrchovou úpravu, např. lesklou, matnou, saténovou nebo jinou úpravu a pokud možno vzorek požadované úpravy; přitom je nutno mít na zřeteli, že se vzhled schváleného vzorku může časem zhoršit a že ho bude třeba v pravidelných intervalech vyměnit;
- g) jakékoli požadavky na mezivrstvy;
- h) metodu vzorkování, přípustné úrovně kvality nebo jiné požadavky na kontrolu, pokud se liší od požadavků stanovených v ISO 4519;
- i) normalizované metody pro zkoušení tloušťky, tvrdosti, přilnavosti, pórovitosti, korozní odolnosti, otěru nebo pájitelnosti a požadavky pro speciální zkušební vzorky;
- j) požadavky na zpracování vyvolávající v povrchu tlaková pnutí, např. zpevňování kuličkováním před vyloučením povlaku;
- k) zvláštní požadavky nebo omezení kladené na předběžnou úpravu;
- l) zvláštní požadavky nebo omezení kladené na úpravu po nanesení povlaku;
- m) zvláštní požadavky na maximální tloušťku povlaku, zvláště u opotřebovaných nebo nadměrně obrobených součástí. Má být rovněž uvedeno, zda se tyto tloušťky musí měřit před nebo po mechanickém opracování povlaku;
- n) zvláštní požadavky na povlak vyloučený na autokatalytický niklový povlak.

- **Doplňující informace**

Pokud je to požadováno, musí odběratel poskytnout tyto doplňující informace:

- a) nutnost demagnetizace ocelových součástí před vyloučením povlaku, aby se do povlaku dostalo co nejméně magnetických částic;
- b) výslednou drsnost povrchu povlaku;
- c) jakékoli zvláštní požadavky na chemické složení povlaku;
- d) jakékoli zvláštní požadavky na obnovu zamítnutých výrobků;
- e) jakékoli jiné zvláštní požadavky.

16.3 Požadavky na povlak

Normativní dokumenty pro specifikace požadavků na chemicky vylučované povlaky niklu jsou uvedeny v tabulce 68.

TABULKA 68 – Chemicky vylučované povlaky niklu

Národní standard ^{*)}	Mezinárodní standardy
ČSN EN ISO 4527	ISO 4527, SAE AMS-C-26074, SAE AMS 2404, SAE AMS 2405, ASTM B733
POZNÁMKA: ^{*)} návaznost na další zahraniční normy uvádí příloha B.	

Vlastnosti autokatalytických slitinových povlaků nikl-fosfor závisí zejména na složení a struktuře povlaku. Složení a struktura povlaku jsou určeny složením pokovovací lázně, podmínkami vyloučení a následného tepelného zpracování, které mění strukturu povlaku. Charakter podkladu, např. drsnost povrchu, může ovlivnit

i vlastnosti povlaku včetně jeho korozní odolnosti. Povlak má být tlustší na drsném nebo pórovitém povrchu, aby se snížil vliv podkladu na vlastnosti povlaku.

Korozní vlastnosti autokatalytických povlaků nikl-fosfor ovlivňuje kromě tloušťky i obsah fosforu v povlaku a jiné činitele. Obecně platí, že korozní odolnost povlaků v kyselých prostředích se zlepšuje s rostoucím obsahem fosforu. Výborná korozní odolnost těchto povlaků je způsobená obvyklou přítomností pasivního oxidového filmu bohatého na fosfor na povrchu. Nečistoty, které se vyloučí spolu se slitinou, však mohou pasivní oxidový film narušit a tím snížit korozní odolnost.

Proces vylučování autokatalytického niklu lze řídit a uzpůsobit získání povlaků s vlastnostmi splňujícími požadavky na různé aplikace. To poskytuje technikům možnost stanovit vlastnosti požadované pro konkrétní konečné použití. V tabulce 69 jsou popsány typy povlaků a obsah fosforu v povlaku, které se obvykle předepisují podle ČSN EN ISO 4527 pro různé aplikace.

TABULKA 69 – Typy povlaků a obsah fosforu v povlaku pro různá použití

Typ	Hmotnostní podíl fosforu [%]	Použití
1	Požadavky nejsou specifikovány	Povlak pro všeobecné účely.
2 (nízký obsah fosforu)	1 až 3	Elektrická konduktivita, pájení, drátové spojení.
3 (nízký obsah fosforu)	2 až 4	Přilnavost a otěr vyžadující vysokou tvrdost povlaku ve stavu po vyloučení.
4 (střední obsah fosforu)	5 až 9	Všeobecné účely pro odolnost proti otěru a proti korozi.
5 (vysoký obsah fosforu)	>10	Vysoká korozní odolnost ve stavu po vyloučení, nemagnetické, difuzně svařovatelné, ohebné povlaky s vysokou tažností; např. povlaky obsahující 12,5 % hmotnostního podílu fosforu jako mezivrstvy na pevné disky.

16.3.1 Vzhled

Autokatalytický niklový povlak musí být na funkčním povrchu lesklý, pololesklý nebo matný podle požadavků odběratele. Při vizuální kontrole musí být bez důlků, puchýřů, odloupenutí, výrůstků, trhlin a bez jiných vad zhoršujících konečnou úpravu (pokud není stanoveno jinak). Pro srovnávací účely se použijí schválené vzorky se stanoveným vzhledem. Puchýře a trhliny, které jsou viditelné prostým okem a které vznikly tepelným zpracováním provedeným výrobcem povlaku, jsou důvodem pro zamítnutí výrobku.

Nedokonalosti a odchylky vyplývající ze stavu povrchu podkladového kovu (škrábance, póry, stopy po válcování, vměstky), které přetrvávají po konečné úpravě navzdory správnému dodržování pracovních postupů, nesmějí být příčinou zamítnutí. Odběratel musí stanovit meze přijatelných vad na pokoveném a nepokoveném výrobku. Poškozené podkladové kovy se nesmějí pokovovat.

Vady, které existovaly v podkladovém kovu před vyloučením povlaku, včetně skrytých vad, mohou být povlakem zachovány. Navíc může dojít v důsledku

tepelného zpracování po vyloučení povlaku ke vzniku skvrn či ke změně barevného odstínu povlaku. Je vhodné, aby se zúčastněné strany dohodly o přípustnosti těchto vad.

16.3.2 Tloušťka

Výslednou požadovanou minimální tloušťku bezproudově vyloučeného povlaku nikl-fosfor na funkčním povrchu, tloušťku mezivrstvy (mezivrstev) i metodu měření musí předepsat odběratel. Tloušťka povlaku, která je specifikována v označení, musí být minimální místní tloušťka. Minimální místní tloušťka povlaku se měří v libovolném bodě funkčního povrchu, kterého se lze dotknout kuličkou o průměru 20 mm, pokud odběratel nestanoví jinak. Doporučené tloušťky povlaků dle národních a mezinárodních norem uvádějí tabulky 70 a 71.

TABULKA 70 – Doporučené tloušťky povlaků

Stupeň provozních podmínek	Popis	Minimální tloušťka povlaku na železe [μm] (ČSN EN ISO 4527 a ASTM B733)	Minimální tloušťka povlaku na hliníku [μm] (ČSN EN ISO 4527)
5 (mimořádně náročné)	Provoz na venkovní atmosféře s častým působením smáčení a abraze; např. na ropných polích.	125	-
4 (velmi náročné)	Venkovní přímořská atmosféra a jiné agresivní prostředí, silná abraze, působení kyselých roztoků, zvýšených teplot a tlaků.	75	-
3 (náročné)	Venkovní vnitrozemská atmosféra s častým smáčením způsobeným deštěm a rosou, středně silná abraze, působení alkalických solí při zvýšené teplotě.	25	60
2 (střední)	Provoz v budovách s možným výskytem kondenzace; vystavení vnitřnímu průmyslovému suchému nebo olej obsahujícímu prostředí.	13	25
1 (mírné)	Provoz v budovách v teplé suché atmosféře; pro pájení a malý otěr.	5	13
0 (velmi mírné)	Vysoce specializované elektronické a polovodičové aplikace, tenkovrstvé rezistory, kondenzátory, indukční a difuzní svařování.	0,1	0,1

TABULKA 71 – Minimální tloušťky povlaků doporučené SAE AMS-C-26074

Stupeň	Podkladový materiál	Tloušťka [μm]
A	hliník a slitiny hliníku	26
B	měď a slitiny mědi, nikl a slitiny niklu, titan a slitiny titanu, kobalt a berylium	13
C	oceli	39

Dohody dotýkající se měření tloušťky uvádějí ČSN EN ISO 2064 a ASTM B659, používané metody měření jsou uvedeny v tabulce 80.

16.3.3 Přilnavost

Autokatalyticky vyloučený povlak nikl-fosfor musí být přilnavý k podkladovému kovu ke všem kovovým mezivrstvám. Povlaky musí vyhovět jedné či více zkouškám přilnavosti uvedeným v čl. 16.7, které předepíše odběratel. Pro zlepšení přilnavosti autokatalytických slitinových povlaků nikl-fosfor vyloučených přímo na různých slitinách se musí použít doby a teploty uvedené v tabulce 72 a 79, pokud odběratel nestanoví jinak. U povlaků tlustších než 50 µm se musí doby tepelného zpracování prodloužit.

Pevnost v tahu tepelně zpracovaného hliníku a různých slitin se může snížit ohřátím na teplotu převyšující 130 °C. Pokud odběratel stanoví tepelné zpracování po vyloučení povlaku pro zlepšení přilnavosti, doporučuje se vzít v úvahu vliv tohoto zpracování na mechanické vlastnosti podkladu a v případě nutnosti to ověřit.

16.3.4 Tvrdost

Doporučené doby tepelného zpracování na zvýšení tvrdosti uvádí tabulka 72.

TABULKA 72 – Tepelné zpracování na zvýšení tvrdosti a přilnavosti

Třída	Cíl tepelného zpracování	Podle ASTM B733		Podle ČSN EN ISO 4527		
		Teplota [°C]	Doba [h]	Teplota [°C]	Doba [h]	
1	Nepožaduje se					
2	Maximální zvýšení tvrdosti povlaku:					
	Type I.+	Typ 1*	260	20	260	20
			285	16	285	16
			320	8	320	8
			400	1	400	1
	Type II.+	Typ 2*	350 až 380	1	350 až 380	1
	Type III.+	Typ 3*	360 až 390	1	360 až 390	1
	Type IV.+	Typ 4*	365 až 400	1	365 až 400	1
	Type V.+	Typ 5*	375 až 400	1	375 až 400	1
3	Pro odstranění vodíkové křehkosti a zvýšení přilnavosti povlaku k oceli	180 až 200	2 až 4	180 až 200	2 až 4	
4	Pro zvýšení přilnavosti povlaku na uhlíkové oceli a slitinách hliníku vytvrzených stárnutím	120 až 130	1 až 6	120 až 130	1 až 6	
5	Pro zvýšení přilnavosti povlaku na berylium a hliníku nevytvrzeném stárnutím	140 až 150	1 až 2	140 až 150	1 až 2	
6	Pro zvýšení přilnavosti povlaku na titanu a slitinách titanu	300 až 320	1 až 4	300 až 320	1 až 4	
7	Pro zvýšení přilnavosti povlaku na hořčíku a jeho slitinách, mědi a jejích slitinách			180 až 200	2 až 2,5	
8	Pro zvýšení přilnavosti povlaku na niklu a jeho slitinách			220 až 240	1 až 1,5	

Třída	Cíl tepelného zpracování	Podle ASTM B733		Podle ČSN EN ISO 4527	
		Teplota [°C]	Doba [h]	Teplota [°C]	Doba [h]
9	Pro zvýšení přilnavosti povlaku na molybdénu a jeho slitinách			190 až 210	2 až 2,5
POZNÁMKY: * označení podle ČSN EN ISO 4527; viz tabulka 69; + označení podle ASTM B733.					

Výsledná tvrdost závisí na teplotě a době tepelného zpracování a na složení slitiny. Obecně platí, že tvrdost po tepelném zpracování roste s klesajícím obsahem fosforu. Tvrdost lze dále zvýšit tepelným zpracováním při teplotě mezi 250 °C a 400 °C po dobu delší než 1 hodina.

Tepelné zpracování při teplotě nad 220 °C, které způsobí, že tvrdost převyšuje 850 KHN100⁸, může snížit korozní odolnost povlaků. Tepelné zpracování při teplotě pod 200 °C na zvýšení přilnavosti nebo pro snížení nebezpečí vodíkové křehkosti nezhorší korozní odolnost nebo podstatně zvýší tvrdost nebo zlepší odolnost povlaku proti otěru. Pokud je to nutné, má se tepelné zpracování provádět v inertní nebo redukční atmosféře nebo ve vakuu, aby se předešlo tvoření barevných oxidů na povrchu. Tepelné zpracování při teplotě převyšující 260 °C způsobí, že se povlaky typu 5 stanou magnetickými.

TABULKA 73 – Vliv doby tepelného zpracování při teplotách vyšších než 400 °C na tvrdost

Obsah fosforu [%] [m/m]	Teplota [°C]	Tvrdost [HK 0,1]					
		Před tepelným zpracováním	Po tepelném zpracování po dobu [h]				
			¼	½	1	2	20
2,8	600	692	488	423	288	290	221
4,5	425	732	539	550	973		793
	500				726		608
	600				602		
6,8	425	611	715	717	1010	652	877
	500				926		838
	600				788		575
7,1	425	602			958		765
	500				843		721
12,5	425	536	859	846	944	837	960
	500				903		901
	600				865		731

Doporučené doby a teploty pro aplikace v letectví jsou uvedeny v standardech SAE AMS 2404 a SAE AMS-C-26074.

⁸ Knoopovo číslo tvrdosti (Knoop hardness numer)

Pokud je předepsána tvrdost povlaku, musí se měřit metodou uvedenou v ČSN EN ISO 4516. Naměřená hodnota tvrdosti povlaku se nesmí odchylovat o více než ± 10 % od hodnoty předepsané odběratelem.

Pro měření tvrdosti kovových povlaků se obecně upřednostňuje metoda podle Knoop, protože nejistota měření je údajně nižší při měření podle Knoop než podle Vickerse. Větší variabilita může být způsobena náchylností slabých křehkých povlaků k prasknutí během zkoušení tvrdosti podle Vickerse. Při správném postupu měření jsou numerické hodnoty přibližně stejné. Provedení správných měření by však mělo zahrnovat použití různých zatížení k získání stejné hloubky vtisku. Ke stanovení platné korelace by se měla provést souběžná měření na identických povlacích pomocí různých zatížení. Pokud je známo, na autokatalytických slitinových povlacích nikl-fosfor taková studie dosud nebyla provedena.

16.3.5 Pórovitost

Pokud odběratel požaduje zkoušení pórovitosti povlaku, musí stanovit maximální stupeň pórovitosti autokatalytického slitinového povlaku nikl-fosfor a metodu zkoušení pórovitosti. Přehled zkoušek pórovitosti uvádí ČSN EN ISO 10308 nebo ASTM B765. Pokud není stanoveno jinak, nesmí být výsledek zkoušení vybranou metodou z uvedených v tabulce 80 po vyhodnocení podle ČSN EN ISO 10289 nižší než 8. Pro některé kritické účely, kdy se vyžaduje povlak zcela bez pórů, nesmí být výsledek nižší než 10.

16.3.6 Odolnost proti korozi

Pokud je požadována korozní odolnost povlaku, musí ji předepsat odběratel spolu se zkušební metodou a stanovit kritéria přijatelnosti v souladu s ČSN EN ISO 10289. Pro hodnocení odolnosti povlaku proti bodové korozi mohou být předepsány metody zkoušení uvedené v ČSN EN ISO 9227 (zkouška solnou mlhou s přísadou kyseliny octové a zkouška solnou mlhou zrychlená přidáním chloridu měďnatého).

Korozní vlastnosti autokatalytických povlaků nikl-fosfor ovlivňuje kromě tloušťky i obsah fosforu v povlaku a jiné činitele. Obecně platí, že korozní odolnost povlaků v kyselých prostředích se zlepšuje s rostoucím obsahem fosforu. Výborná korozní odolnost těchto povlaků je způsobená obvyklou přítomností pasivního oxidového filmu bohatého na fosfor na povrchu. Nečistoty, které se vyloučí spolu se slitinou, však mohou pasivní oxidový film narušit a tím snížit korozní odolnost.

Požadavky na odolnost proti korozi jsou většinou specifické pro různé použití. Pokud je požadována korozní odolnost povlaku, musí ji předepsat odběratel spolu s metodou zkoušky a vyhodnocení s mezní přípustnou hodnotou znehodnocení.

K vyhodnocení korozní odolnosti povlaku lze rovněž použít:

- a) zkoušku úbytku hmotnosti (vážení, ponor, vážení);
- b) elektrochemickou zkoušku;
- c) elektrochemickou zkoušku důlkové koroze;
- d) lineární polarizaci;
- e) potenciodynamická integrační měření.

16.3.7 Odolnost proti otěru

Pokud je požadována odolnost povlaku proti otěru, musí ji předepsat odběratel spolu s metodou zkoušky a vyhodnocení. Tabulka 80 podává informace o volitelných

zkušebních metodách. Autokatalytické slitinové povlaky nikl-fosfor jsou pro zlepšení odolnosti proti otěru často precipitačně vytvrzovány tepelným zpracováním. Musí se použít doby a teploty uvedené v tabulce 78.

16.3.8 Pájitelnost

Pokud je požadována pájitelnost povlaku, musí ji předepsat odběratel spolu s metodou zkoušky a vyhodnocení. Metody zkoušení uvádí tabulka 80.

Pro zlepšení pájitelnosti hliníku a jiných slitin, které jsou obtížně pájitelné, se používají autokatalytické povlaky niklu o tloušťce větší než 2,5 µm. Obvykle se při pájení používá slabě aktivované kalafunové tavidlo.

Zejména v elektronice se pro pájení někdy používají povlaky obsahující více než 10 % hmotnostních procent fosforu, aby se minimalizovala možnost výskytu koroze při pájení. Častěji jsou však pro pájení předepsány povlaky s nízkým obsahem fosforu (1 % až 3 % hmotnostních procent).

16.3.9 Chemické složení

Obsah fosforu ve slitinovém povlaku nikl-fosfor musí souhlasit s označením (viz čl. 16.2 a tabulku 69). Pokud se měří metodou ICP uvedenou v příloze D ČSN EN ISO 4527, nesmí se hmotnostní podíl fosforu lišit od požadovaného více než o ±0,5 %. Pokud obsah fosforu není stanoven, musí být v rozsahu 1 % hmotnostních procent až 14 % hmotnostních procent, pokud není stanoveno jinak.

Pokud chemické složení není předepsáno, povlaky se dodávají podle tabulky 70 a musí odpovídat oboru hodnot, který je označen jako typický. V tomto případě se chemické složení obvykle neověřuje. Pokud se požaduje dodržet chemické složení povlaku nikl-fosfor, musí je předepsat odběratel např. podle tabulky 69 nebo 75.

TABULKA 74 – Požadavky na chemické složení povlaku

Prvkové složení	Obsah [% m/m]		
	minimální	maximální	typický
Nikl	85	98	88 – 95
Fosfor	1	15	5 – 12
Ostatní prvky (Al, As, B, Bi, C, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, H, Mn, Mo, N, Nb, Pb, S, Sb, Se, Si, Sn, V, Zn)	0	2	0,05

TABULKA 75 – Požadavky na chemické složení povlaku podle ASTM B733

Typ	Obsah fosforu [% m/m]
I	Nepožaduje se
II	1 až 3
III	2 až 4
IV	5 až 9
V	10 a více

16.4 Postupy pro úpravu podkladového kovu před vyloučením povlaku

Pokud se požaduje konečná drsnost povrchu, musí se použít metoda měření podle ČSN EN ISO 21920-3.

Stav povrchu autokatalytických niklových povlaků obvykle není lepší než stav povrchu podkladu před vyloučením povlaku s výjimkou případu, kdy povrch podkladu je extrémně hladký a povlak vyrovnává mikroskopické nerovnosti.

Pokud to předepíše odběratel, ocelové součásti s pevností v tahu rovnou nebo větší než 1 000 MPa a obsahující tahová pnutí vyvolaná obráběním, broušením, vyrovnáváním nebo tvarováním za studena se musí před čištěním a pokovením tepelně zpracovat na odstranění vnitřního pnutí (viz čl. 6.4). Postupy a třídy tepelného zpracování na odstranění vnitřního pnutí musí odpovídat požadavku odběratele nebo odběratel může předepsat vhodné postupy a třídy podle ISO 9587. Vnitřní pnutí se musí odstranit před jakýmkoli kyselým nebo katodickým elektrolytickým čištěním.

Oceli s oxidy nebo okujemi se mají před nanesením povlaku očistit. Pro vysokopevnostní oceli se doporučuje alkalické nebo elektrolytické alkalické, popř. mechanické čištění, aby se zabránilo vzniku vodíkové křehkosti během čištění.

Odběratel stanoví podmínky tepelného zpracování ocelí podle tabulky 76. Povrchově zpevněné výrobky se tepelně zpracovávají při teplotě 130 °C až 150 °C po dobu nejméně 5 hodin, popř. po kratší dobu při vyšší teplotě, pokud výsledné snížení povrchové tvrdosti podkladu zůstane v přijatelných mezích.

Jestliže se pnutí odstraňuje po kuličkování (pro vytvoření tlakového pnutí), teplota nesmí překročit 220 °C.

TABULKA 76 – Podmínky tepelného zpracování pro uvolnění vnitřního pnutí

Specifikovaná maximální mez pevnosti oceli v tahu R_m max. [MPa]	Teplota [°C]	Doba [h]
R_m max. \leq 1000	Nepožaduje se	–
$1000 < R_m$ max. \leq 1450	190 až 220	1
$1450 < R_m$ max. \leq 1800	190 až 220	18 *)
$1800 < R_m$ max.	190 až 220	24
POZNÁMKA: *) nebo kratší doba při vyšší teplotě.		

U neželezných kovů se tepelné zpracování pro uvolnění vnitřního pnutí obvykle nepožaduje. Je však nutné uvolnit pnutí u mosazi a slitin mědi, které budou mechanicky namáhány nebo u nichž dochází ke vzniku povrchových trhlin v přítomnosti amoniaku nebo roztoků amonných solí. Pokud odběratel předepíše zpevňování před vyloučením povlaku, musí se provést podle ISO 12686, kde je také uvedena metoda měření intenzity zpevnění, a musí se provést před jakýmkoli kyselým nebo katodickým elektrolytickým čištěním.

Kuličkování před vyloučením povlaku může omezit snížení únavové pevnosti a přilnavosti, k němuž dochází při vytváření autokatalytických niklových povlaků na vysokopevnostních ocelích a doporučuje se u součástí, které jsou v provozu opakovaně vystaveny složitému namáhání. K dalším činitelům ovlivňujícím únavovou pevnost patří tloušťka, takže povlaky mají být tak tenké, aby to ještě bylo slučitelné

s provozními podmínkami. Tlaková pnutí vznikající řízeným kuličkováním zvyšují korozní odolnost i odolnost proti koroznímu praskání a mohou mít příznivý vliv na přilnavost povlaku.

16.5 Požadavky na mezivrstvy a krycí povlaky

Vytvoření mezivrstev na některých podkladových kovech je nezbytné:

- a) pro zvýšení přilnavosti,
- b) pro zabránění difuze,
- c) pro zamezení znečištění lázně.

Pro zvýšení přilnavosti některých kovů se používá souvislá mezivrstva elektrolyticky vyloučené mědi či elektrolyticky vyloučeného niklu o tloušťce do 2 μm . Takové mezivrstvy se použijí na podkladových kovech obsahujících vyšší než stopová množství chromu, olova, molybdenu, niklu, cínu, titanu nebo wolframu. Mezivrstvy elektrolytického niklu musí splňovat požadavky ČSN EN ISO 4526.

Aby se zabránilo difuzi a znečištění lázně, používá se souvislá mezivrstva elektrolyticky vyloučené mědi či elektrolyticky vyloučeného niklu o tloušťce 2 μm až 5 μm . Takové mezivrstvy se použijí na podkladových kovech obsahujících vyšší než stopová množství antimonu, arsenu, bismutu, kadmia, olova, hořčíku, cínu a zinku (kromě bronzů a mosazí).

Mezivrstvy autokatalytického niklu, elektrolytického niklu nebo elektrolytické mědi o tloušťce 2 μm až 5 μm lze nanášet na podkladové kovy obsahující větší než stopová množství hořčíku a zinku. Mezi měděnou mezivrstvou a autokatalytickým niklovým povlakem lze nanést tenký povlak elektrolytického niklu. Mezivrstvy elektrolytického niklu o tloušťce 1 μm až 2 μm lze nanášet na podkladové kovy obsahující větší než stopová množství chromu, olova, molybdenu, niklu, cínu, titanu nebo wolframu. Účelem mezivrstev je omezit riziko znečištění pracovního roztoku prvky, které mohou snížit rychlost vylučování. Elektrolytické kovové mezivrstvy navíc pomáhají zabránit difuzi nečistot z podkladového kovu do autokatalytického povlaku a pomáhají zlepšit přilnavost.

Povlaky chromu nanášené na autokatalytické slitinové povlaky nikl-fosfor musí splňovat požadavky ČSN EN ISO 6158.

16.6 Tepelné zpracování po vyloučení povlaku

Odběratel může požadovat tepelné zpracování po vyloučení povlaku pro:

- odstranění vodíkové křehkosti,
- zvýšení tvrdosti povlaku,
- zvýšení přilnavosti povlaku k některým podkladům.

Během tepelného zpracování je vhodné se vyvarovat rychlého ohřívání či chlazení. Při stanovení doby tepelného zpracování se má vzít v úvahu i hmotnost výrobku. Nejvhodnější je provádět tepelné zpracování v inertní nebo redukční atmosféře. Vodíková atmosféra se nemá používat pro ocelové součásti o pevnosti převyšující 1 400 MPa.

Tepelné zpracování pro letecké aplikace specifikuje SAE AMS 2759/9.

Tepelné zpracování při vysokých teplotách může nepříznivě ovlivnit mechanické vlastnosti a odolnost proti korozi některých podkladových materiálů, což se má vzít

v úvahu při rozhodování o kombinaci doby a teploty tepelného zpracování požadované k dosažení potřebné výsledné hodnoty tvrdosti. Povlaky o tvrdosti 800 až 1 100 HV mohou být mikrotrhlinkové.

16.6.1 Tepelné zpracování na odstranění vodíkové křehkosti po vyloučení povlaku

Ocelové součásti s pevností v tahu rovnou nebo větší než 1 000 MPa a povrchově tvrzené součásti se musí po vyloučení povlaku podrobit tepelnému zpracování na odstranění vodíkové křehkosti v souladu s postupy a třídami uvedenými v ISO 9588 nebo podle specifikace odběratele.

Tepelné zpracování na odstranění vodíkové křehkosti po vyloučení povlaku (viz tabulka 77) musí být provedeno v krátké době, nejlépe do 1 hodiny a nejpozději do 3 hodin po úpravě povrchu a před zahájením broušení nebo jiných mechanických operací.

Účinnost tepelného zpracování lze stanovit zkušební metodou předepsanou odběratelem nebo zkušebními metodami uvedenými v ISO 10587 a ISO 15724.

Tepelné zpracování podle postupů a tříd uvedených v ISO 9588 nezaručuje úplné odstranění vodíkové křehkosti, a pokud je to možné, má se předepsat zkoušení zbytkové vodíkové křehkosti. Nepřítomnost poškození zkušebních vzorků může v závislosti na počtu zkoušených vzorků dokázat účinnost tepelného zpracování na odstranění vodíkové křehkosti.

TABULKA 77 – Tepelné zpracování ocelí pro snížení vodíkové křehkosti po vyloučení povlaku (kromě povrchově zpevněných výrobků)

Specifikovaná maximální mez pevnosti oceli v tahu $R_{m \max.}$ [MPa]	Teplota [°C]	Doba [h]	Max. prodleva po vyloučení povlaku [h]
$R_{m \max.} \leq 1050$	Nepožaduje se	–	–
$1050 < R_{m \max.} \leq 1450$	190 až 220	8	8
$1450 < R_{m \max.} \leq 1800$	190 až 220	18	4
$1800 < R_{m \max.}$	190 až 220	24	0

16.6.2 Tepelné zpracování na zvýšení tvrdosti povlaku

V tabulce 78 je uveden návod na tepelné zpracování na zvýšení tvrdosti a zlepšení odolnosti proti otěru autokatalytických slitinových povlaků nikl-fosfor (viz čl. 16.3.7).

TABULKA 78 – Tepelné zpracování povlaku na zvýšení tvrdosti

Třída	Cíl tepelného zpracování		Podle ASTM B733		Podle ČSN EN ISO 4527	
			Teplota [°C]	Doba [h]	Teplota [°C]	Doba [h]
1	Nepožaduje se					
2	Maximální zvýšení tvrdosti povlaku:					
	Type I. +	Typ 1*	260	20	260	20
			285	16	285	16
			320	8	320	8
			400	1	400	1
	Type II. +	Typ 2*	350 až 380	1	350 až 380	1
	Type III. +	Typ 3*	360 až 390	1	360 až 390	1
	Type IV. +	Typ 4*	365 až 400	1	365 až 400	1
	Type V. +	Typ 5*	375 až 400	1	375 až 400	1

POZNÁMKY: * označení podle ČSN EN ISO 4527;
+ označení podle ASTM B733.

Pokud se požaduje tepelné zpracování na zvýšení tvrdosti a zlepšení odolnosti proti otěru autokatalytických slitinových povlaků nikl-fosfor, musí se provést do 1 hodiny po nanesení povlaku a musí být provedeno před mechanickou úpravou povrchu. Tepelné zpracování musí trvat nejméně 1 hodinu po dosažení stanovené teploty zpracování.

Pokud se provádí tepelné zpracování na zvýšení tvrdosti povlaku a jsou splněny požadavky ISO 9588 (viz čl. 16.6.1), nemusí být nezbytné následné tepelné zpracování na odstranění vodíkové křehkosti.

16.6.3 Tepelné zpracování na zvýšení přilnavosti

Tepelné zpracování na zvýšení přilnavosti autokatalytických niklových povlaků na některých podkladových kovech se musí provádět v souladu s tabulkami 72 a 79, pokud odběratel nestanoví jiné postupy.

TABULKA 79 – Tepelné zpracování ke zvýšení přilnavosti povlaku

Podkladový materiál	Doba [h]	Teplota [°C]
Berylium a slitiny berylia	1 až 1,5	155 ± 5
	4	140 ± 5
Hliník a slitiny hliníku vytvrzené stárnutím	1 až 1,5	130 ± 10
Hliník a slitiny hliníku nevytvrzené stárnutím	1 až 1,5	160 ± 10

Podkladový materiál	Doba [h]	Teplota [°C]
Hořčík a slitiny hořčíku	2 až 2,5	190 ± 10
Měď a slitiny mědi	1 až 1,5	190 ± 10
Nikl a slitiny niklu	1 až 1,5	230 ± 10
Titan a slitiny titanu	10	280 ± 10
Uhlíkové a legované oceli	1 až 1,5	210 ± 10
Molybden a slitiny molybdenu	2 až 2,5	200 ± 10

16.7 Zkoušky znaků kvality povlaků

Možnosti pro výběr metody zkoušení uvádí tabulka 80.

TABULKA 80 – Zkoušky znaků kvality povlaků

Znak kvality ^{*)}	Metodika zkoušky	Požadované parametry hodnocení
Vzhled	Vizuálně	Viz čl. 16.3.1
Tloušťka, minimální	ČSN EN ISO 4527, ASTM B733 ČSN EN ISO 1463, ASTM B487 ČSN EN ISO 2177, ASTM B504 ČSN ISO 2178, ASTM B499 ČSN EN ISO 9220, ASTM B748	Dle požadavku odběratele.
Přilnavost povlaku	ČSN ISO 2819, ASTM B571 ČSN EN ISO 4527	Povlak nesmí vykazovat známky oddělení ani puchýře.
Tvrдость	ČSN EN ISO 4516, ASTM B578	Dle požadavku odběratele, max. odchylka 10 %.
Pórovitost	ČSN EN ISO 4527, ASTM B733	Dle požadavku odběratele.
Odolnost při otěru	ČSN EN ISO 4527, ASTM B733	Dle požadavku odběratele.
Chemické složení	ČSN EN ISO 4527, ASTM B733	Dle požadavku odběratele.
Pájitelnost	ČSN EN 60068-2-20, ASTM B678	Dle požadavku odběratele.
Korozní odolnost	ASTM B733 ČSN ISO 4541, ASTM B380 ČSN EN ISO 9227, ASTM B117 ASTM B368, ASTM G85, ASTM G59, ASTM G31, ASTM G5, ČSN EN ISO 10289	Dle požadavku odběratele.
POZNÁMKA: *) zkouší se znaky kvality, které jsou odběratelem požadovány.		

16.7.1 Zvláštní zkušební vzorky

Pokud rozměr, tvar nebo materiál pokovených výrobků není vhodný pro zkoušky, nebo pokud není účelné podrobit pokovené výrobky destruktivním zkouškám (protože je jejich počet omezen nebo je jejich zhotovení nákladné), lze pro měření přilnavosti, tloušťky, pórovitosti, korozní odolnosti, tvrdosti a dalších vlastností použít zvláštní zkušební vzorky.

Tyto zkušební vzorky musí být zhotoveny ze stejného materiálu, musí mít stejný metalurgický stav a stejný stav povrchu jako pokovené výrobky a musí se zhotovit společně s pokovenými výrobky, které reprezentují.

Při použití zvláštních vzorků pro zjištění, zda jsou splněny požadavky uvedené v normě, musí odběratel specifikovat počet použitých zkušebních vzorků, materiál ze kterého jsou vyrobeny, jejich tvar a rozměry.

16.8 Kontrola a přejímka

Shoda s požadavky na povlak musí být ověřena zkouškami znaků kvality stanovenými v čl. 16.7. Postup vzorkování se musí vybrat z postupů uvedených v ČSN ISO 2859-1, nebo ČSN EN ISO 4519 a MIL-STD-1916, nebo musí odběratel předepsat jiný plán. Způsob přejímky a kontrolní úroveň musí být dohodnuty mezi odběratelem a dodavatelem.

16.9 Opravy opotřebených nebo nadměrně obrobených výrobků

Pro opravu opotřebených výrobků nebo pro záchranu nadměrně obrobených výrobků lze použít autokatalytické povlaky niklu o tloušťce rovné nebo větší než 125 μm . S tloušťkou se zvyšuje pravděpodobnost tvorby výrůstků, skvrn, důlků a drsnost povrchu, proto se odběratel s výrobcem musí dohodnout o přípustném rozsahu těchto vad. Vzhledem k nižšímu vnitřnímu pnutí, vyšší tažnosti a zvýšené korozní odolnosti může být pro opravu opotřebených, nebo nadměrně obrobených výrobků, vhodnější povlak s nejméně 10 % hmotnostního podílu fosforu než povlak s nízkým nebo středním obsahem fosforu. Na zvýšení přilnavosti lze provést tepelné zpracování (viz tabulku 79).

Pokud celková tloušťka povlaku přesáhne 125 μm , nanášejí se před autokatalytickým vylučováním někdy mezivrstvy elektrolyticky vyloučeného niklu. Před nanesením autokatalytického niklu však může být nutné elektrolyticky vyloučený nikl opracovat na přesný rozměr.

(VOLNÁ STRANA)

PŘÍLOHY

Přehled základních standardů pro specifikace povlaků

Povlak / vyloučený	Druh povlaku	Norma	Poznámky
Cín elektrolyticky	standardní	ČSN ISO 2093	Národní standard.
		ASTM B545	Podle tloušťky (1,5 až 30 μm) 6 tříd, uvedeno tepelné zpracování ocelí před a po vyloučení povlaku.
		SAE AMS 2408	Doporučen pro letecké aplikace. Uvádí tepelné zpracování ocelí před a po vyloučení povlaku. Pro hliníkové slitiny viz SAE AMS 2420..
Chrom elektrolyticky	pro technické účely	ČSN EN ISO 6158	Národní standard.
		ASTM B650	Uvádí 2 třídy povlaků vč. tepelného zpracování ocelí před a po vyloučení povlaku.
		ASTM B177	Uvádí složení a pracovní podmínky lázní pro vylučování a opravy povlaků.
	tvrdý	SAE AMS 2451/5	Doporučen pro letecké aplikace povlaků selektivně vylučovaných tampónováním.
		SAE AMS 2438	Doporučen pro letecké aplikace tenkých, hutných a tvrdých povlaků.
		SAE AMS 2406	Doporučen pro letecké aplikace povlaků s vyšší odolností proti abrazi.
		MIL-DTL-23422	Vysoce kvalitní tvrdý povlak.
	porézní	SAE AMS 2407	Pro nové projekty již nepoužívat.
		MIL-C-20218	Povlak jako nosič mazacího filmu. Uvádí 4 typy povlaků.
	s nízkou křehkostí	MIL-STD-1501	Uvádí 3 třídy a 2 typy povlaků rozlišených požadavky na rozměr po vylučování.
	černý	MIL-DTL-14538	Aplikace na slitiny železa, mosaz, měď a chrom.
		ASTM B177	Uvádí doporučené složení a pracovní podmínky lázně pro vylučování povlaku.
	dekorativní	ČSN EN ISO 1456	Národní standard.
		ASTM B456	Uvádí doporučené povlaky pro 5 stupňů provozních podmínek.
	měď-nikl-chrom na plastech	ASTM B604	Uvádí doporučené povlaky pro 5 stupňů provozních podmínek.
	nikl-chrom na plastech	ČSN ISO 4525	Národní standard.

Povlak / vyloučený	Druh povlaku	Norma	Poznámky
Nikl elektrolyticky	pro technické účely	SAE AMS-QQ-N-290	Doporučen pro letecké aplikace. Zahrnuje 2 třídy – povlaky na měděném podkladu a povlaky niklu pro technické účely.
		SAE AMS 2451/1	Doporučen pro letecké aplikace povlaků selektivně vylučovaných tampónováním.
		SAE AMS 2403	Doporučen pro letecké aplikace povlaků bez nebo na podkladu niklové flash.
		ASTM B689	Uvádí 3 typy povlaků v 6 třídách podle tloušťky. Uvedeno tepelné zpracování ocelí před a po vyloučení povlaku.
		ČSN EN ISO 4526	Národní standard.
	středně tvrdý	SAE AMS 2451/7	Doporučen pro letecké aplikace povlaků s nízkým pnutím, selektivně vylučovaných tampónováním.
	s nízkou tvrdostí	SAE AMS 2451/3	Doporučen pro letecké aplikace povlaků s nízkým pnutím a vyšší korozní odolností, selektivně vylučovaných tampónováním.
	tvrdý	SAE AMS 2451/2	Doporučen pro letecké aplikace povlaků s nízkým pnutím, selektivně vylučovaných tampónováním.
		SAE AMS 2423	Doporučen pro letecké aplikace tvrdých povlaků pro technické účely.
	s nízkým pnutím	SAE AMS 2424	Doporučen pro letecké aplikace povlaků se střední korozní a oxidační odolností.
	černý	MIL-P-18317	Aplikace na mosaz, bronz a ocel.
	(měď)-nikl-(chrom)	ČSN EN ISO 1456	Národní standard.
		ASTM B456	Uvádí doporučené povlaky pro 5 stupňů provozních podmínek.
Nikl bezproudově (chemicky)	standardní	ČSN EN ISO 4527	Národní standard.
		SAE AMS-C-26074	Doporučen pro letecké aplikace, 4 třídy povlaků ve 3 stupních tloušťky, uvádí tepelné zpracování před a po vyloučení povlaku. Povlaky se středním a vysokým obsahem fosforu.
		SAE AMS 2404	Doporučen pro letecké aplikace povlaků pro zvýšení odolnosti proti korozi a opotřebení; 4 třídy podle tepelného zpracování po vyloučení povlaku.

Příloha A

(informativní)

Povlak / vyloučený	Druh povlaku	Norma	Poznámky
		ASTM B733	Uvádí 5 typů povlaků podle obsahu fosforu a 6 tříd podle tepelného zpracování po vyloučení povlaku.
Kadmium elektrolyticky	standardní	SAE AMS-QQ-P-416	Doporučen pro letecké aplikace, uvádí dodatečné úpravy (barevný chromát nebo fosfát) povlaků.
		SAE AMS 2400	Doporučen pro letecké aplikace povlaků pro zvýšení korozní odolnosti.
		ASTM B766	Uvedeny i dodatečné úpravy barevným a bezbarvým chromátem.
	na železo a oceli	ČSN EN ISO 2082	Národní standard; dodatečné úpravy chromátováním uvádí ČSN ISO 4520.
	pro letecké aplikace	ČSN EN 2133	Národní standard pro oceli s pevností v ta-hu ≥ 1450 MPa, mědi, slitiny mědi a slitiny niklu.
	s nízkou vodíkovou křehkostí	SAE AMS 2451/4	Doporučen pro letecké aplikace povlaků selektivně vylučovaných tampónováním.
SAE AMS 2401		Doporučen na železné kovy pro letecké aplikace. Uvádí tepelné zpracování před a po vyloučení povlaku.	
Zinek elektrolyticky	standardní	SAE AMS 2402	Doporučen pro letecké aplikace pro zvýšení korozní odolnosti. Uvádí tepelné zpracování před a po vyloučení povlaku.
	fosfátovaný a chromátovaný	SAE AMS-QQ-P-416	Doporučen pro letecké aplikace. Uvádí 3 třídy podle tloušťky povlaku a 3 typy povlaku podle dodatečných úprav.
	na železu a oceli	ČSN EN ISO 2081	Národní standard; dodatečné úpravy chromátováním uvádí ČSN ISO 4520.
		ASTM B633	Uvedeny podle tloušťky 4 třídy, podle dodatečných úprav 4 typy povlaků.
Stříbro elektrolyticky	pro technické účely	ČSN EN ISO 4521	Národní standard.
		ASTM B700	3 typy podle čistoty stříbra, 4 stupně podle lesku, 2 třídy dle dodatečných úprav.
	stříbro-rhodium	SAE AMS 2413	Doporučen pro letecké aplikace; povlak rhodia je vylučován na stříbrný povlak.
Zlato elektrolyticky	pro technické účely	ČSN EN ISO 27874	Národní standard.
		ASTM B488	Typy povlaků jsou charakterizovány ryzostí, tvrdostí a tloušťkou.

Návaznost českých norem na normy EU a NATO

České technické normy	Obdobné mezinárodní a vojenské normy
ČSN EN 248	EN 248 ^{*)}
ČSN EN 573-3+A1	EN 573-3+A1 ^{*)}
ČSN EN 2133	EN 2133 ^{*)}
ČSN EN 12472	EN 12472
ČSN EN 60068-2-20	ASTM B678, EN 60068-2-20 ^{*)} , IEC 60068-2-20, IEC 68-2-20
ČSN EN 60068-2-42	EN 60068-2-42 ^{*)} , IEC 60068-2-42, IEC 68-2-42
ČSN EN 60068-2-44	EN 60068-2-44 ^{*)}
ČSN EN ISO 1463	ASTM B487, EN ISO 1463 ^{*)} , ISO 1463
ČSN EN ISO 1456	ASTM B456, ASTM B689, EN ISO 1456 ^{*)} , MIL-C-20218, MIL-P-18317, MIL-STD-1501, SAE AMS 2407, SAE AMS 2438, SAE AMS 2451/5, SAE AMS 2451/6, SAE AMS 2451/7, SAE AMS-QQ-N-290
ČSN EN ISO 2064	ASTM B659, EN ISO 2064 ^{*)} , ISO 2064
ČSN EN ISO 2081	ASTM B633, ISO 2081, EN ISO 2081 ^{*)}
ČSN EN ISO 2082	ASTM B766, EN ISO 2082 ^{*)} , ISO 2082, SAE AMS-QQ-P-416, SAE AMS 2400, SAE AMS 2401, SAE AMS 2451/4
ČSN EN ISO 2177	ASTM B504, EN ISO 2177 ^{*)} , ISO 2177
ČSN EN ISO 2178	ASTM B499, EN ISO 2178 ^{*)} , ISO 2178
ČSN EN ISO 2360	ASTM B244, ASTM E376, EN ISO 2360 ^{*)} , ISO 2360
ČSN EN ISO 3497	ASTM B568, EN ISO 3497 ^{*)} , ISO 3497
ČSN EN ISO 3543	ASTM B567, EN ISO 3543 ^{*)}
ČSN EN ISO 3613	ASTM B201, EN ISO 3613 ^{*)} , ISO 3613
ČSN EN ISO 3868	EN ISO 3868 ^{*)} , ISO 3868
ČSN EN ISO 3882	ASTM B659, EN ISO 3882 ^{*)} , ISO 3882
ČSN EN ISO 3892	ASTM B767, EN ISO 3892 ^{*)} , ISO 3892
ČSN EN ISO 4516	ASTM B578, EN ISO 4516 ^{*)} , ISO 4516
ČSN EN ISO 4521	ASTM B700, EN ISO 4521 ^{*)} , SAE AMS 2413, SAE AMS 2451/8, SAE AMS 2410, SAE AMS 2411, SAE AMS 2412
ČSN EN ISO 4526	ASTM B689, EN ISO 4526 ^{*)} , ISO 4526, SAE AMS-QQ-N-290, SAE AMS 2403, SAE AMS 2424, SAE AMS 2423, SAE AMS 2451/1, SAE AMS 2451/2, SAE AMS 2451/3
ČSN EN ISO 4527	ASTM B733, EN ISO 4527 ^{*)} , ISO 4527, SAE AMS 2405, SAE AMS-C-26074, SAE AMS 2404
ČSN EN ISO 6158	ASTM B177, ASTM B650, EN ISO 6158 ^{*)} , ISO 6158, MIL-DTL-14538, MIL-DTL-23422, SAE AMS 2451, SAE AMS 2451/5, SAE AMS 2406
ČSN EN ISO 8401	ASTM B489, EN ISO 8401 ^{*)} , ISO 8401
ČSN EN ISO 9223	ISO 9223, EN ISO 9223 ^{*)}

Příloha B

(informativní)

České technické normy	Obdobné mezinárodní a vojenské normy
ČSN EN ISO 9227	ASTM B117, ASTM B368, ASTM G85, EN ISO 9227 ^{*)} , ISO 9227
ČSN EN ISO 10111	ASTM B767, EN ISO 10111 ^{*)}
ČSN EN ISO 10289	EN ISO 10289 ^{*)} , ISO 10289
ČSN EN ISO 10308	ASTM B765, EN ISO 10308 ^{*)} , ISO 10308
ČSN EN ISO 14647	ASTM B735, EN ISO 14647, ISO 14647
ČSN EN ISO 15720	ASTM B798, EN ISO 15720 ^{*)}
ČSN EN ISO 15721	ASTM B799, EN ISO 15721 ^{*)}
ČSN EN ISO 27830	EN ISO 27830 ^{*)} , ISO 27830 ^{*)}
ČSN EN ISO 27874	EN ISO 27874 ^{*)} , ISO 27874,
ČSN IEC 68-2-49	EN 60068-2-49 ^{*)} , IEC 60068-2-49, IEC 68-2-49
ČSN ISO 2093	ASTM B545, ISO 2093, SAE AMS 2408, SAE AMS 2420
ČSN EN ISO 2179	ASTM B605, ISO 2179
ČSN ISO 2361	ASTM B530, EN ISO 2361 ^{*)} , ISO 2361
ČSN ISO 2819	ASTM B571, EN ISO 2819 ^{*)} , ISO 2819
ČSN ISO 2859-1	ISO 2859-1
ČSN EN ISO 4518	EN ISO 4518 ^{*)} , ISO 4518
ČSN EN ISO 4519	ISO 4519
ČSN ISO 4520	ASTM B201, ISO 4520
ČSN EN ISO 4524-3	ASTM B798, EN ISO 4524-3 ^{*)} , ISO 4524-3
ČSN ISO 4524-6	EN ISO 4524-6 ^{*)} , ISO 4524-6
ČSN ISO 4525	ASTM B604, ISO 4525
ČSN ISO 4539	ISO 4539
ČSN ISO 4541	ASTM B380, ISO 4541
ČSN EN ISO 22479	ASTM B809, ISO 22479

POZNÁMKA: ^{*)} Evropské normy existují ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CEN do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Řídicímu centru, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CEN jsou národní normalizační orgány Belgie, České republiky, Dánska, Finska, Francie, Irsko, Islandu, Itálie, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Portugalska, Rakouska, Řecka, Slovenska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska.

Bibliografie původních EN a ISO dokumentů k ČSN

EN 248:2002	SANITARY TAPWARE - GENERAL SPECIFICATION FOR ELECTRODEPOSITED COATINGS OF Ni-Cr
EN 573-3:2013	ALUMINIUM AND ALUMINIUM ALLOYS - CHEMICAL COMPOSITION AND FORM OF WROUGHT PRODUCTS - PART 3: CHEMICAL COMPOSITION AND FORM OF PRODUCTS
EN 1412:1995	COPPER AND COPPER ALLOYS - EUROPEAN NUMBERING SYSTEM
EN 1706:2010	ALUMINIUM AND ALUMINIUM ALLOYS - CASTINGS - CHEMICAL COMPOSITION AND MECHANICAL PROPERTIES
EN 2133:2010	AEROSPACE SERIES - CADMIUM PLATING OF STEELS WITH SPECIFIED TENSILE STRENGTH $\leq 1\,450$ MPA, COPPER, COPPER ALLOYS AND NICKEL ALLOYS
EN 10088-1:2014	STAINLESS STEELS - PART 1: LIST OF STAINLESS STEELS
EN 12472+ A1:2009	METHOD FOR THE SIMULATION OF WEAR AND CORROSION FOR THE DETECTION OF NICKEL RELEASE FROM COATED ITEMS
EN 60068-2-42:2004	ENVIRONMENTAL TESTING - PART 2-42: TESTS - TEST KC: SULPHUR DIOXIDE TEST FOR CONTACTS AND CONNECTIONS
EN 60068-2-44:1997	ENVIRONMENTAL TESTING - PART 2: TESTS - GUIDANCE ON TEST T: SOLDERING
IEC 68-2-49:1993	ELECTROTECHNICAL AND ELECTRONIC PRODUCTS - BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES - PART 2-49: GUIDANCE TO TEST KC: SULPHUR DIOXIDE TEST FOR CONTACTS AND CONNECTIONS (IEC 60068-2-49)
IEC 60068-2-20:2008	ENVIRONMENTAL TESTING - PART 2-20: TESTS - TEST T: TEST METHODS FOR SOLDERABILITY AND RESISTANCE TO SOLDERING HEAT OF DEVICES WITH LEADS (IEC 68-2-20)
IEC 60068-2-42:2003	ENVIRONMENTAL TESTING - PART 2: TESTS - TEST Kc: SULPHUR DIOXIDE TEST FOR CONTACTS AND CONNECTIONS (IEC 68-2-42)
IEC 60068-2-49:1983	BASIC ENVIRONMENTAL TESTING - PART 2-49: TESTS - GUIDANCE TO TEST KC: SULPHUR DIOXIDE TEST FOR CONTACTS AND CONNECTIONS (IEC 68-2-49)

Příloha B

(informativní)

ISO 1456:2009	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - ELECTRODEPOSITED COATINGS OF NICKEL, NICKEL PLUS CHROMIUM, COPPER PLUS NICKEL AND OF COPPER PLUS NICKEL PLUS CHROMIUM
ISO 1463:2003	METALLIC AND OXIDE COATINGS - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - MICROSCOPICAL METHOD
ISO 2064:1996	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - DEFINITIONS AND CONVENTIONS CONCERNING THE MEASUREMENT OF THICKNESS
ISO 2080:2008	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - SURFACE TREATMENT, METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS – VOCABULARY
ISO 2081:2008	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - ELECTROPLATED COATINGS OF ZINC WITH SUPPLEMENTARY TREATMENTS ON IRON OR STEEL
ISO 2082:2008	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - ELECTROPLATED COATINGS OF CADMIUM WITH SUPPLEMENTARY TREATMENTS ON IRON OR STEEL
ISO 2093:1986	ELECTROPLATED COATINGS OF TIN - SPECIFICATION AND TEST METHODS
ISO 2177:2003	METALLIC COATINGS - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - COULOMETRIC METHOD BY ANODIC DISSOLUTION
ISO 2178:1982	NON-MAGNETIC COATINGS ON MAGNETIC SUBSTRATES - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - MAGNETIC METHOD
ISO 2179:1986	ELECTROPLATED COATINGS OF TIN-NICKEL ALLOY - SPECIFICATION AND TEST METHODS
ISO 2360:2003	NON-CONDUCTIVE COATINGS ON NON-MAGNETIC ELECTRICALLY CONDUCTIVE BASIS MATERIALS - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - AMPLITUDE-SENSITIVE EDDY CURRENT METHOD
ISO 2361:1982	ELECTRODEPOSITED NICKEL COATINGS ON MAGNETIC AND NON-MAGNETIC SUBSTRATES - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - MAGNETIC METHOD
ISO 2819:1980	METALLIC COATINGS ON METALLIC SUBSTRATES - ELECTRODEPOSITED AND CHEMICALLY DEPOSITED COATINGS - REVIEW OF METHODS AVAILABLE FOR TESTING ADHESION

ISO 2859-1:1999	SAMPLING PROCEDURES FOR INSPECTION BY ATTRIBUTES - PART 1: SAMPLING SCHEMES INDEXED BY ACCEPTANCE QUALITY LIMIT (AQL) FOR LOT-BY-LOT INSPECTION
ISO 3497:2000	METALLIC COATINGS - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - X-RAY SPECTROMETRIC METHODS
ISO 3543:2000	METALLIC AND NON-METALLIC COATINGS - MEASUREMENT OF THICKNESS - BETA BACKSCATTER METHOD
ISO 3613:2010	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - CHROMATE CONVERSION COATINGS ON ZINC, CADMIUM, ALUMINIUM-ZINC ALLOYS AND ZINC-ALUMINIUM ALLOYS - TEST METHODS
ISO 3868:1976	METALLIC AND OTHER NON-ORGANIC COATINGS - MEASUREMENT OF COATING THICKNESSES - FIZEAU MULTIPLE-BEAM INTERFEROMETRY METHOD
ISO 3882:2003	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - REVIEW OF METHODS OF MEASUREMENT OF THICKNESS
ISO 3892:2000	CONVERSION COATINGS ON METALLIC MATERIALS - DETERMINATION OF COATING MASS PER UNIT AREA - GRAVIMETRIC METHODS
ISO 4288:1996	GEOMETRICAL PRODUCT SPECIFICATIONS (GPS) - SURFACE TEXTURE: PROFILE METHOD - RULES AND PROCEDURES FOR THE ASSESSMENT OF SURFACE TEXTURE
ISO 4516:2002	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - VICKERS AND KNOOP MICROHARDNESS TESTS
ISO 4518:1980	METALLIC COATINGS - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - PROFILOMETRIC METHOD
ISO 4519:1980	ELECTRODEPOSITED METALLIC COATINGS AND RELATED FINISHES - SAMPLING PROCEDURES FOR INSPECTION BY ATTRIBUTES
ISO 4520:1981	CHROMATE CONVERSION COATINGS ON ELECTROPLATED ZINC AND CADMIUM COATINGS
ISO 4521:2008	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - ELECTRODEPOSITED SILVER AND SILVER ALLOY COATINGS FOR ENGINEERING PURPOSES - SPECIFICATION AND TEST METHODS
ISO 4524-2:1986	METALLIC COATINGS - TEST METHODS FOR ELECTRODEPOSITED GOLD AND GOLD ALLOY COATINGS - PART 2: MIXED FLOWING GAS (MFG) ENVIRONMENTAL TESTS

Příloha B

(informativní)

ISO 4524-3:1986	METALLIC COATINGS - TEST METHODS FOR ELECTRODEPOSITED GOLD AND GOLD ALLOY COATINGS - PART 3: ELECTROGRAPHIC TESTS FOR POROSITY
ISO 4524-6:1988	METALLIC COATINGS - TEST METHODS FOR ELECTRODEPOSITED GOLD AND GOLD ALLOY COATINGS - PART 6: DETERMINATION OF THE PRESENCE OF RESIDUAL SALTS
ISO 4525:2003	METALLIC COATINGS - ELECTROPLATED COATINGS OF NICKEL PLUS CHROMIUM ON PLASTICS MATERIALS
ISO 4526:2004	METALLIC COATINGS - ELECTROPLATED COATINGS OF NICKEL FOR ENGINEERING PURPOSES
ISO 4527:2003	METALLIC COATINGS - AUTOCATALYTIC (ELECTRO-LESS) NICKEL-PHOSPHORUS ALLOY COATINGS - SPECIFICATION AND TEST METHODS
ISO 4538:1978	METALLIC COATINGS – THIOACETAMIDE CORROSION TEST (TAA TEST)
ISO 4539:1980	ELECTRODEPOSITED CHROMIUM COATINGS - ELECTROLYTIC CORROSION TESTING (EC TEST)
ISO 4541:1980	METALLIC AND OTHER NON-ORGANIC COATINGS - CORRODKOTE CORROSION TEST (CORR TEST)
ISO 6158:2011	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - ELECTRODEPOSITED COATINGS OF CHROMIUM FOR ENGINEERING PURPOSES
ISO 8401:1994	METALLIC COATINGS - REVIEW OF METHODS OF MEASUREMENT OF DUCTILITY
ISO 9220:1988	METALLIC COATINGS - MEASUREMENT OF COATING THICKNESS - SCANNING ELECTRON MICROSCOPE METOD
ISO 9223:2012	CORROSION OF METALS AND ALLOYS - CORROSIVITY OF ATMOSPHERES - CLASSIFICATION, DETERMINATION AND ESTIMATION
ISO 9227:2012	CORROSION TESTS IN ARTIFICIAL ATMOSPHERES - SALT SPRAY TESTS
ISO 10111:2000	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - MEASUREMENT OF MASS PER UNIT AREA - REVIEW OF GRAVIMETRIC AND CHEMICAL ANALYSIS METHODS
ISO 10289:1999	METHODS FOR CORROSION TESTING OF METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS ON METALLIC SUBSTRATES - RATING OF TEST SPECIMENS AND MANUFACTURED ARTICLES SUBJECTED TO CORROSION TESTS

ISO 10308:2006	METALLIC COATINGS - REVIEW OF POROSITY TESTS
ISO 10309:1994	METALLIC COATINGS - POROSITY TESTS - FERROXYL TEST
ISO 10587:2000	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - TEST FOR RESIDUAL EMBRITTLEMENT IN BOTH METALLIC-COATED AND UNCOATED EXTERNALLY-THREADED ARTICLES AND RODS - INCLINED WEDGE METHOD
ISO 12686:1999	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - AUTOMATED CONTROLLED SHOT-PEENING OF METALLIC ARTICLES PRIOR TO NICKEL, AUTOCATALYTIC NICKEL OR CHROMIUM PLATING, OR AS A FINAL FINISH
ISO 12687:1996	METALLIC COATINGS - POROSITY TESTS - HUMID SULFUR (FLOWERS OF SULFUR) TEST
ISO 14647:2000	METALLIC COATINGS - DETERMINATION OF POROSITY IN GOLD COATINGS ON METAL SUBSTRATES - NITRIC ACID VAPOUR TEST
ISO 15720:2001	METALLIC COATINGS - POROSITY TESTS - POROSITY IN GOLD OR PALLADIUM COATINGS ON METAL SUBSTRATES BY GEL-BULK ELECTROGRAPHY
ISO 15721:2001	METALLIC COATINGS - POROSITY TESTS - POROSITY IN GOLD OR PALLADIUM COATINGS BY SULFUROUS ACID/SULFUR DIOXIDE VAPOUR
ISO 15724:2001	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - ELECTROCHEMICAL MEASUREMENT OF DIFFUSIBLE HYDROGEN IN STEELS - BARNACLE ELECTRODE METHOD
ISO 16348:2003	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - DEFINITIONS AND CONVENTIONS CONCERNING APPEARANCE
ISO 22479:2019	CORROSION OF METALS AND ALLOYS – SULFUR DIOXIDE TEST IN A HUMID ATMOSPHERE (FIXED GAS METHOD)
ISO 27830:2008	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - GUIDELINES FOR SPECIFYING METALLIC AND INORGANIC COATINGS
ISO 27874:2008	METALLIC AND OTHER INORGANIC COATINGS - ELECTRODEPOSITED GOLD AND GOLD ALLOY COATINGS FOR ELECTRICAL, ELECTRONIC AND ENGINEERING PURPOSES - SPECIFICATION AND TEST METHODS

(VOLNÁ STRANA)

(VOLNÁ STRANA)

Účinnost českého obranného standardu od: **23. srpna 2017**

Změny :

Změna číslo	Účinnost od	Změnu zpracoval	Datum zpracování	Poznámka
1	11. 12. 2020	Úř OSK SOJ/ Odbor obranné standardizace	4. 2. 2021	
2	25. 1. 2024	Úř OSK SOJ/ Odbor obranné standardizace	25. 1. 2024	

Upozornění: Oznámení o českých obranných standardech jsou uveřejňována měsíčně ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví v oddíle „Ostatní oznámení“ a Věstníku MO.
V případě zjištění nesrovnalostí v textu tohoto ČOS zasílejte připomínky na adresu distributora.

Rok vydání: 2024, obsahuje 74 listů
Distribuce: Odbor obranné standardizace Úř OSK SOJ, nám. Svobody 471/4, 160 01 Praha 6
Vydal: Úřad pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti
oos.army.cz
NEPRODEJNÉ
