

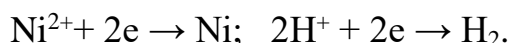
7-ДӘРІС

Электрлік жолмен никельдеу

Никельдің қолдану аймағы мен қасиеті.

Никель электртеріс металға жатады, бірақ кәдімгі атмосфералық жағдайда пассивтелуге бейім болғандықтан өзінің жылтырлығын ұзақ уақыт сақтайды. Темірді никельмен қаптау кеуектер болмағанда ғана жүзеге асады. Себебі, никель- темір гальваникалық жұбы қорғаныш қасиеті бойынша катодтық қаптамаларға жатады. Никельдің кеуектілігін азайту үшін алдымен болатқа мыс қабатын, сонан кейін барып никельмен қаптайды, сонымен қатар үш қабатты қаптама никель-мыс-никель қолданылады.

Бұл жағдайда кеуектіліктің төмендеуін бір кеуектің екінші кеуекпен сәйкес келуімен түсіндіруге болады. Никельдеу тек қана гальванотехникада емес, қорғаныс **декоративті** бұйымдарды әшекейлеуде және сілтілі ерітінділердің әсерінен химиялық құралғыларды қорғауда, сондай ақ гальванопластикада, полиграфиялық өндірісте қолданылады. Электролиз үдерісінде катодта никель және сутегі иондарының разрядталуы жүреді:



Никельдің **электртұнуында** тоқ бойынша шығым 100% тең болмайды, себебі тоқтың бір бөлігі сутегінің бөлінуіне жұмсалады. Никель электролиттерінің негізгі компоненті - никель хлориді немесе никель сульфаты болады. Электролиттердің электрөткізгіштігін жоғарылату үшін натрий немесе магний сульфаттарын енгізеді. Электролит компоненттерінің маңыздылары - буферлі қоспа қызметін атқаратын бор қышқылы. Қышқылдың жұмыс интервалы рН 3,5 - 5,5 құрайды. рН төмен мәнінде тоқ бойынша шығым төмендеп, никельмен қатар сутегі қарқынды бөлінеді. Анодтық қоқырдың (шламның) түзілуін тежеп және сутегі иондарының концентрациясын бақылап отыру үшін электролиттерге фторидтерді енгізеді. Анод материалы ретінде таза никель қолданылады. Никель анодының еруінде пассивтелу жүріп, нәтижесінде оның еруі тоқтап, анодта оттегі бөліне бастайды. Осыған байланысты никель иондарының концентрациясы төмендеп, сутегі иондарының концентрациясының жоғарылауы катодтық тоқ шығымының және катодтық қаптаманың сапасының төмендеуіне әкеп соғады. Анодтың пассивтенуін болдырмау үшін активаторлар енгізеді. Активаторлар ретінде хлор иондарының тұздарын NaCl, KCl, NiCl₂ енгізеді.

Никельдеуде кең қолданылатын электролит құрамының бірі: никель сульфаты, магний сульфаты, бор қышқылы, натрий хлориді, натрий фториді. Үрдіс 30-40⁰С, тоқ тығыздығы 2-4А/дм², рН=3-5 жүреді. Жылтыр никелдеуді жүргізу үшін жоғарыда аталған электролиттерге **1,4 - бутиндиол**, сахарин, фталимид ерітінділерін қосады.

Никельді электролиттер жұмысына қышқылдықтың әсері

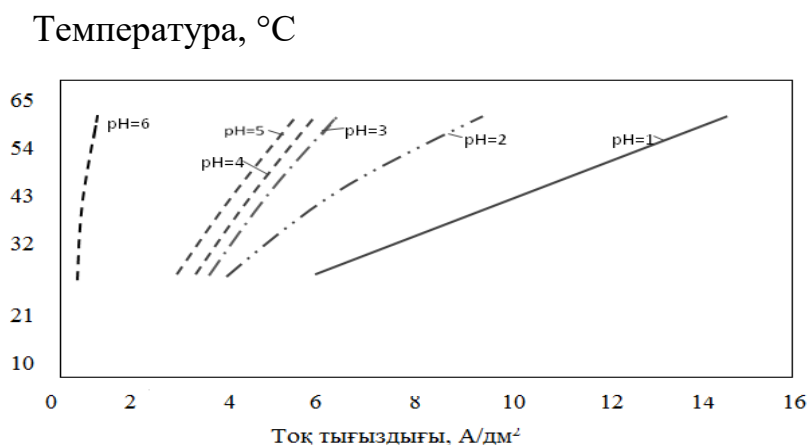
Жоғары катодты поляризация және сутектің үлкен емес аса кернеуі нәтижесінде никельдің және Fe тобының басқа металдарымен электртұндыру

үрдістері қышқылдықтың өзгеуіне сезімтал болып келеді. Егер мысты күкіртқышқылды электролитте қышқылдықты кең аймақта өзгертсе, ток бойынша шығымға көп әсер етпейтін болса, Ni-ді электролиттер де рН мәнін 1 бірлікке өзгерту ток бойынша шығымды ондаған пайызға өзгерте алады. Егер бір жағынан мыс пен никельдің катодты потенциалдарын және екінші жағынан сутектің катодты потенциалдарын ескеретін болсақ, бұл құбылыс толық түсінікті болады. Мыс күкіртқышқылды ерітінділерде оң потенциалға ие, сондықтан поляризациясыз бөлінеді, Ni - электртеріс металл және оның иондарының разряды үлкен катодты поляризацияда жүреді. Никельдің электролиттерде рұқсат етілген ток тығыздығы қышқылдықпен байланысты. Ал процесті үдету үшін токтың максималды тығыздығымен жұмыс істеу қажет болғандықтан, соңғы кездері токтың мүмкін болатын жоғары тығыздықтарында жұмыс істейтін Ni электролиттеріне көп назар аударылуда. Бұған рН -тың төмен мәні, жоғары температура және электролитті араластыру оң әсерін тигізеді.

Оптималды рН мәні, температура, аралыстыру интенсивтілігі және рұқсат етілген ток тығыздығы бір-бірімен байланысты.

Құрамында 240 г/л никель сульфаты, 20 г/л никель хлориді және 20 г/л бор қышқылы болатын электролит үшін шекті рұқсат етілген ток тығыздығы әр түрлі рН мәні мен температура үшін 1 - суретте көрсетілген. Жоғары қаныққан электролиттерде араластыру қарқындылығын жоғарылатқанда шекті рұқсат етілген ток тығыздығының қисықтары оңға қарай ығысады.

рН-тың төмен мәндерінде ток тығыздықтарының интервалы кеңейіп, сапасы бойынша жақсы қаптамалар алуға болады. Алайда, мұндай электролиттің кемшілігі жеткіліксіз шашырау қабілеті болып табылады. рН = 1,5÷2 аралығында жұқа қабатты қаптама алады, кейін тағы тұндырып, қалың қабатын алады.



1-сурет. Никель электролитінде рұқсат етілген тығыздығына рН- пен температураның әсері

Оң жаққа қарай орналасқан аймақтарда берілген режим мен рН мәндерінде қалыңдығы 12 мкм болатын қаптамалар бөлінгіш, сапасыз келеді сәйкес қисықтардан солға қарай орналасқан аймақтарда жақсы қаптамалар алынады.

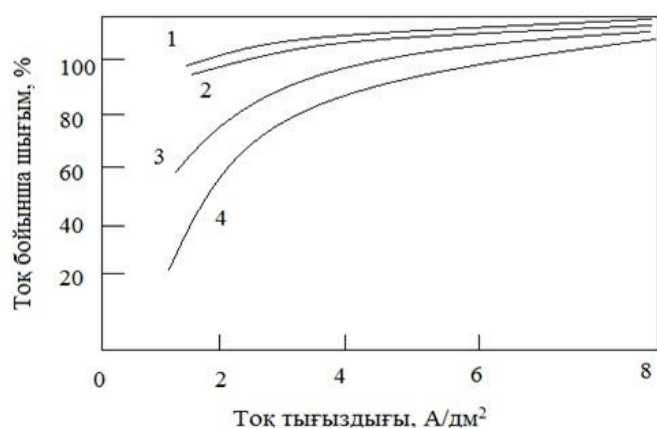
pH мәні төмен болатын электролиттердің үлкен кемшілігі ретінде pH мәні жоғары болатын электролиттермен салыстырғанда, тоқ бойынша шығымның тоқ тығыздығына аса тәуелді болатынын айта кетуге болады. Осы себепті күрделі профильді бұйымдарды никельдеу кезінде pH мәні жоғары болатын электролиттерді қолданған жөн. Олар металл бетіне біртегіс таралады.

Әр түрлі электролиттердегі тоқ бойынша шығымның тоқ тығыздығына тәуелділігі 2 - суретте келтірілген.

Никель электролитінің қышқылдығы электролиздік қаптаманың құрылысына және қаттылығына әсер етеді. Никельді электролиздік қаптаманың қаттылығы электролиз алдындағы механикалық өңдеуге және қапталған бұйымды тасымалдауға байланысты.

Ni қаптамаларының қаттылығына қышқылдықтың әсері 1- кесте мен 3 - суретте көрсетілген.

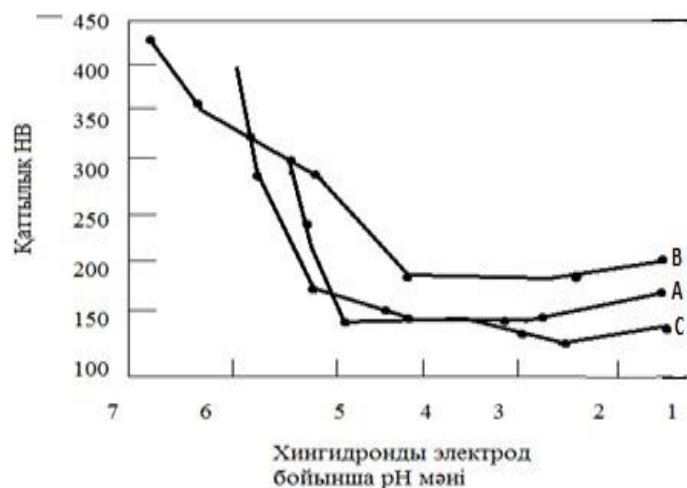
В ерітіндісінде (12 A/дм^2) тұрақты тоқ тығыздығы кезінде және температурада ($35 \pm 5^\circ\text{C}$) әр түрлі pH мәндерінде қапталған үлгілердің қаттылығы келтірілген. Алынған нәтижелер тұнбаның қаттылығы мен pH мәндері арасында үлкен тәуелдік бар екенін көрсетеді. Алайда, катодты потенциал мен тұнбаның қаттылығы арасында байланыс болмайды.



2-сурет. Әр түрлі электролиттердегі тоқ тығыздығына Ni-дің тоқ бойынша шығымның тәуелділігі

1 – $t = 52^\circ\text{C}$, pH = 5,3; 2 – $t = 25^\circ\text{C}$, pH = 5,3; 3 – $t = 52^\circ\text{C}$, pH = 1,9; 4 – $t = 25^\circ\text{C}$, pH = 1,9;

Басқа электролиттерде үлгілердің қаттылығына өткізілген сынақтар ортаның қышқылдығы мен тұнбаның қаттылығы арасындағы байланысты көрсетті. pH –ты жоғарылатқан сайын никель тұнбаларының қаттылығы В электролитінде 192-ден 418-ге дейін, А электролитінде 178-ден 285-ге дейін; С электролитінде 152-ден 379-ға дейін өседі. Алайда, бұл өзгерістер біркелкі жүрмейді, әрбір электролит үшін қаттылық тез өзгере бастайтын белгілі бір pH мәні болады (3-сурет).



3-сурет. Электролиттің рН мәнінің Ni қаптамаларының қаттылығына әсері

1-кесте

Электролиттер құрамы г/л

Электролитті белгілеу жағдайлары	NiSO ₄ ·7H ₂ O	(NH ₄) ₂ SO ₄	H ₃ BO ₃	KCl	NaCl	NaF
А	240	–	30	10	–	–
В	120	21	–	8	–	–
С	240	–	30	0	7,8 5	5,8

Сәйкес үлгілерді микрозерттеу келесі нәтижелерді берді: қаттылығы НВ бойынша 140 – 190 аралығында болатын тұнбаның құрылысы өстері катодқа перпендикулярлы бағытталған үлкен ұзын кристалдардан тұрады. 190 - 260 аралығында дәл осындай құрылыс байқалады, бірақ кристалдар кішірек болады. 260 - 340 аралығында және бұдан өте жоғары қаттылықтың кезінде құрылысының жұқа болғаны соншалық, құрылымды микроскоп арқылы көру мүмкіндігі туындайды.

Аталған үш электролиттің барлығында да әрбір ваннаға тән белгілі рН мәнінде қаттылықтың тез өзгеруі байқалады. Ерітінді жақсы буферленген сайын катодты қабаттан және электролиттің барлық массасының қышқылдығына өзгерісі аз болады. Сол себепті әрбір зерттеліп жатқан 3 ерітінді үшін тұнбалардың қаттылығы тез өзгереді өзіндік критикалық рН мәні болады: С электролиті үшін НВ = 5,5; А үшін 5,3; В үшін 4,7.

Электролиттің құрамы катодты бетте түзілетін никель оксиді гидратының тұрақтылығына әсер етуі мүмкін. Мысалы: (NH₄)₂SO₄ болатын электролит құрамында NH₄⁺ иондары болады. Олар катод бетінде орналасқан гидроксид

иондарымен әрекеттесуі кезінде никель оксидінің гидратын ерітетін аммиак түзеді.

Сонымен әрбір ерітіндіде ортаның қышқылдығын өзгерте отырып, қатты немесе жұмсақ тұнбаларды алуға болады. Алайда А және С электролиттерінде алынған қатты тұнбаларда жарықтар болады, ал қаттылығы осындай немесе одан да қатты болатын В электролитінде алынған тұнбаларда ешқандай жарық болмайды. Яғни, қатты тұнбаларды алу үшін буфер ретінде аммоний сульфатын қолданған жөн.

pH мәні төмен болған кезде жұмсақ тұнбаларды алу үшін құрамында буфер ретінде H_3BO_3 және $NaF + H_3BO_3$ болатын А және С электролиттерін алады. pH-тың бұл мәндерінде олардың буферлік әсері В электролитімен салыстырғанда төмен болады.

Никель тұнбаларының құрылысы және механикалық қасиеттері.

Бірқатар зерттеушілер pH-тың температураның, тоқ тығыздығының және ерітінді құрамының Уоттс ваннасынан шыққан никель тұнбаларының механикалық қасиеттеріне және металлографиялық құрылысына әсері туралы жазған. Бұл мәліметтерді келесі негізгі жағдайларға келтіруге болады.

Уоттс ваннасынан $pH = 2$ және $55^{\circ}C$ температурада алынған тұнбалардың құрылысы талшықты немесе конусты болады. Тұнба түйіршіктері pH-ты және хлоридтерді жоғарылатқан сайын немесе температураны төмендеткен сайын нақты болып келеді. Тоқ тығыздығы әр түрлі шарттарға тәуелді әсер етеді. Никельді тұнбалардың қаттылығы, айырылуға тұрақтылығы және пластикалығы бір - бірімен байланысты: қаттылықты жоғарылатқан сайын айырылу кедергісі де жоғарылап, пластикалық қасиеті төмендейді.

Жұмсақ пластикалық тұнбалар $pH = 4,5$ немесе төмен болғанда алынады. pH мәндерін 3-тен төмендеткенде қаттылық сәл ығысады, бірақ pH 5-тен өскенде тез өсіп, сәйкесінше пластикалық төмендеп, айырылу кедергісі жоғарылайды.

pH-тың төмен мәндерінде тоқ тығыздығының $1 - 5 \text{ A/дм}^2$ аралығында өзгеруі тұнбалардың механикалық қасиеттеріне үлкен әсер етпейді, бірақ pH = 5-те бұл интервалдағы тоқ тығыздығын өсірген сайын қаттылықтың және айырылу кедергісінің төмендеуі байқалады.

Кейбір зерттеулер pH-тың жоғары мәндерінде қаттылықтың және айырылу кедергісінің жоғарылауын никельдің негіздік қосылыстарын қосу нәтижесінде, олар никельмен ұсақ дисперсті коллоидты бөлшектер түрінде бірге тұнуымен түсіндірген.

Никель қаптамаларының құрылымы мен механикалық қасиеттері электролит құрамына және электролиз режиміне тәуелді тұрғыда кең аралықта өзгереді.

Анодты үдеріс және никель анодтары

Никель пассивтендіруге өте бейім келетіні белгілі, әсіресе ол анодты еруде жақсы байқалады. Анодтарды пассивтендіру кезінде электролитте сутек

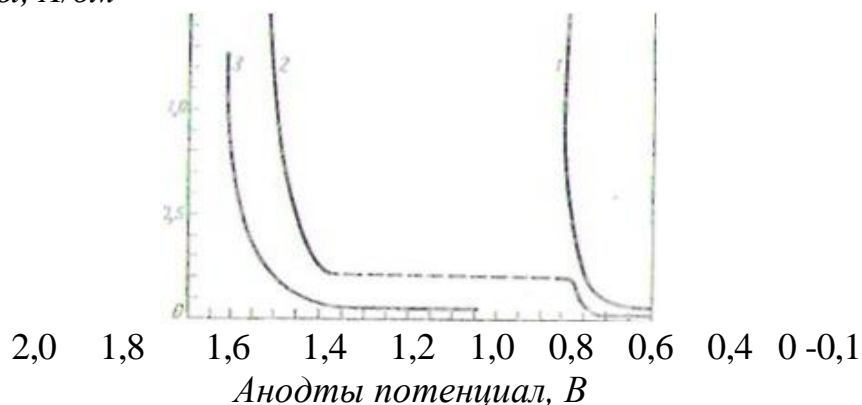
иондарының концентрациясы тез өсіп, металдың концентрациясы төмендейді. Бұл металдың тоқ бойынша шығымын төмендетіп, қаптамалардың сапасын нашарлатады. Никельдің пассивтенуін анодты бетті үлкейту және тоқтың анодты тығыздығын төмендету арқылы минимумға апаруға болады. Бірақ конструктивті жағдайдың шектеулігіне байланысты, сондай-ақ металдың біртегіс таралуы тұрғысынан анодқа ең тиімді форманы беру жағынан шектеу қойылады.

Катодты үдеріске кері әсерін тигізбейтін, яғни, тоқ бойынша шығымды және тұнбаның сапасын төмендетпейтін, сондай-ақ анодтардың қалыпты еруін қамтамасыз ететін активтеуші агенттерді электролитке енгізеді. Мұндай активаторлар хлор иондары, оларды электролитке белгілі бір мөлшерде сілтілік металл тұздары немесе хлорлы никель түрінде енгізеді. Соңғы жылдары никельдеуге құрамында хлор ионы бар ванналар қолданады.

4 - суретте никель электролиттерінде құрамында хлоры бар (1) және хлоры жоқ (2) кезіндегі анодты поляризациялық қисықтар келтірілген 3-ші қисық никель анодында O_2 -нің бөлінуіне сәйкес келеді.

Хлоридтердің қатысынсыз анодтардың барлық пассивті күйі тоқтың салыстырмалы төмен тығыздықтарында никель $NiSO_4$ -тің ерігіштік шегіне жеткеннен кейін орнайды. Соңғы жағдайда активті анодты бет кішірейеді, яғни, тоқтың анодты тығыздығы жоғарылап, гидроксил иондары разрядының потенциалына жетіп O_2 бөлінеді. Бұл нәтижені хлоридтердің рөлі пассивті пленкаға ерігіштік әсер беруімен түсіндіруге болады. Мұндай болжам электрхимия жағынан көбірек болуы мүмкін, алайда ол тәжірибелік дәлелдемені қажет етеді.

Тоқ тығыздығы, A/dm^2



4-сурет. Никель электролиттеріндегі анодты поляризациялық қисық
Тоқ тығыздығы $1 A/dm^2$ температура $17^{\circ}C$ $pH = 5,4 \div 5,8$ болғанда $1 n NiSO_4 \times 7H_2O + 0,25 = M \times H_3BO_3$ ерітіндісінде никельдің анодты поляризациясына хлоридтердің әсері 2 - кестеде келтірілген. Никель сульфатының және бор қышқылының ерітіндісіне хлор ионды аммонийдің, магнийдің, натрийдің, никельдің, калийдің хлорлы тұздары түрінде енгізген.

2-кестеде келтірілген мәліметтерден көрініп тұрғандай хлоридтерді $0,25$ сәйкес мөлшерде енгізген кезде анодты поляризация $1,3-1,4 V$ -ке кемиді. Хлор

ион енгізілетін катион анодты поляризацияға көп әсер етпейді, алайда ең жақсы әсерді HCl береді.

Никельді анодтар шлам түзуге бейім келеді, ол қапталатын бұйымдардың бетінде тұнып, беттердің бұдырлығы мен жоғары кеуектілігіне әкеледі. Бұл құбылысты болдырмауға никельді анодтарды аз мөлшерде (0,002-0,01%) күкіртпен легирлейді.

2-кесте

Никельдің анодты поляризациясына хлоридтердің әсері

Электролит	Концентрация П	Поляризация В	Меншікті электркедергі Ом·см
NiSO ₄ ·7H ₂ O (0,25 моль/л) + H ₃ BO ₃	1,0	1,78	40,0
NH ₄ Cl	0,25	0,43	20,4
NaCl	0,25	0,39	22,4
MgCl ₂	0,25	0,49	24,4
NiCl ₂	0,25	0,43	30,8
KCl	0,25	0,32	20,0

Күкірттің депассивтеуші никель анодтарында әсері тығыз құйма (0,1-0,3%) алуға жеткілікті мөлшерде көміртек немесе оттегі болған жағдайда сақталады. Никель анодтарында күкірттің депассивтеуші әсері сақталады және олар шламның кішкене мөлшеріне Al, Mn, Si, Ti енгізілген жағдайда ериді. Алайда, магнийді қолданғанда күкіртпен байланысатын ешқандай депассивтеуші әсер байқалмайды. Депассивтеуші әсер ететін күкірттің төменгі шегі шамамен 0,002 % - ға тең, ал жоғары шегі шамамен 0,01 % - ға тең.

Коррозиядан және механикалық желінуден қорғау

Көптеген жағдайларда никельді қаптамаларды мыс және хромды қаптамалармен комбинациясын қорғағыш - декоративті мақсаттарда қолданады. Сонымен қатар көптеген жағдайларға қалың никель қаптамаларын коррозиядан және механикалық желінуден қорғау мақсатында қолданады. Осылайша, болат құбырларда агрессивті майларда және химия өндірісінде қолдану мақсатымен никельдеу өнеркәсіптік қолданыс тапты. Ертеден бері никельдеуді фотографиялық пленкаларды жасауға арналған болат цилиндрлерді жасау үшін қолданады. Тамақ өнеркәсібінде, қағаз өндіруде, жасанды жібек жасауға да ерітінділердің фильтрпрестерінің әр түрлі детальдарын жасауда никельдің салыстырмалы қалың қабаттарын жағады.

Механикалық желінуден сақтау үшін бөлшектерді жиі қатты никельмен қаптайды. Басқа ванналардан никельдеу бірқалыпты артықшылықтарға ие. Себебі, никель ысылу кезінде тез желінеді. Осылайша мысалы газолінді

айдайтын насос бөлшектерін 5 - 8 мкм қалыңдыққа хлорлы электролиттермен никельдеу кезінде олардың жұмыс мерзімі шамамен 5 есе өседі. Болат бұйымдарының бұдан көбірек агрессивті байланыс жағдайлары үшін жоғары қысымдарда никельдің үстіне 50 мкм немесе одан да көп хром жағу ұсынылады.

3-кесте

Мыс - никельді қаптамалардың ұсынылған минималды қалыңдықтары

Негізгі металл	Қаптама	Тасымалдау жағдайы		
		Қатты	Орташа	Жұмсақ
Болат	Cu+Ni	50	30	10
	Сонымен қатар Ni	25	15	5
Мырыш	Cr (егер қажет болса)	0,25	0,25	0,25
	Cr+Ni	5	5	5
Мыс және мыс балқымалары	Сонымен қатар Cu	25	12,5	7,5
	Ni	0,25	0,25	0,25
	Cr (егер қажет болса)	-----	0,25	0,25
	Ni			
	Cr (егер қажет болса)			

Ағылшын елдерінде көліктерді, мысалы автобустар, ұшақтар, т.б. детальдарын жөндеу және қалпына келтіруде кеңінен қолданылады. Бұл кезде бет пен қаптама арасында жақсы байланысты қамтамасыз ету үшін бетті мұқият дайындау керек және қапталатын бұйымдардың үстінен металл біртекті таралуы үшін қажет шаралардың алдын алу қажет. 3-кестеде америкалық

электрхимиялық қоғамы ұсынған Cu – Ni - Cr қаптамаларының қалыңдықтарына спецификация келтірген. Никель бұйымдарын қалың никель қаптамалармен қаптау ұтымды болатын жағдайлар аз емес. Ол үшін никельді жылдам, тегіс үнемді тұрғыда қондыруға болады. Никельді электрхимиялық жолмен қарапайым әдістермен қаптауға болады, ол коррозияға және соққыға қарсы тұра алады. Көптеген жағдайларда никельдің үстіне бірнеше ондық микрон хром қабатын қаптайды.

Никельдеудің кемшіліктері кестеде көрсетілген:

Кемшіліктер	Себептері	Жою әдістері
Никельдің тұну жылдамдығының төмендігі	Электролит температурасының төмендігі	Электролитті 18-25 ⁰ С қа дейін көтеру керек
Бөлшектің бетіне никель тұнбайды және сутегі қарқынды бөлінеді	Электролиттің рН шамасының төмендігінен	Ерітіндінің рН тексеріп, 3% NaOH ерітіндісімен реттеу

<p>Бөлшектердің бетінде қара қақтың пайда болуынан, никель бөлшек бетінде тұнбайды.</p>	<p>Электролит температурасының төмен болуынан Тоқ тығыздығының төмен болуынан ваннада полюстардың дұрыс қосылмауынан Электролитте азот қышқылдарының тұздары болуынан</p>	<p>Электролитті 18-25⁰С қа дейін көтеру керек Тоқ тығыздығының көтеру Полюстарды тексеріп, дұрыс қосу Ваннаны ауыстыру немесе қайта өңдеу</p>
<p>Қаптама сары дақты болуы, ал бөлшектің жиегінде никельдің жасыл гидроксидтерінің болуы</p>	<p>Тоқ тығыздығының және рН мәнінің жоғары болуынан</p>	<p>Катодтық ток тығыздығын төмендету немесе ерітіндіні араластыру.</p>
<p>Анодтың қоңыр немесе қара қабыршақпен қапталуы</p>	<p>а) Аноды ток тығыздығының жоғары болуынан ә) NaCl концентрациясының төмен болуынан</p>	<p>Анод бетін ұлғайту NaCl 2-3г/л қосу</p>
<p>Қаптаманың қыртыстануы</p>	<p>а) ток тығыздығының өзгеруінен немесе тоқтың келмей қалуынан ә) қаптау алдында беттің нашар дайындалуы</p>	<p>Күкірт қышқылында анодтық еріту арқылы никельді ерітіп, қаптауды қайталау</p>
<p>Никель сұр дақты болуынан нашар полирлейді, ал анод тоқсыз мыспен қапталады</p>	<p>Электролитте мыс тұздарының жиналуынан (0,02г/л аса)</p>	<p>Электролитті қышқылдап, төмен ток тығыздығында өңдейді</p>

Никель қабатында жылтыр жолақтардың болуынан	Электролитте темір тұздарының болуынан (0,1г/л аса)	H ₂ O ₂ қосып, қыздырып, рН 6 дейін жеткізіп, араластырып, сүзеді
Қара немесе қоңыр жолақтардың пайда болуы немесе қаптаманың жалпы қараюы	Электролиттің мырыш тұздарымен ластануынан	Кальций гидроксиді рН 6,1-6,3 жеткенше қосады және тұнбаны сүзеді.
Никельдің кеуектілігі және кедір - бұдырлығы	Электролиттің анодтық шламдармен және басқа механикалық қоспалармен ластануынан	Электролитті сүзу және анодқа зығыр матасынан қап (чехол) кигізу керек
Питтингтердің түзілуі	Электролиттің органикалық қоспалармен ластануынан Электролит суық болуынан	Электролитті қышқылдап, H ₂ SO ₄ қосу; рН ты жұмысшы шамаға дейін жеткізу, Температураны көтеру
Никель қаптамасы нәзік және жылтыр кеуекті, қаптайтын металл мен тұнбаның жанасуы нашар	Электролит органикалық қоспалармен ластануынан	Электролитке ұсақталған ағаш көмірін енгізу керек

Қазіргі заманғы технологияларды дамыту үшін қорғаныш декоративті камтамалар ретінде үш түрлі электролитте үш қабатты никелдеу өте маңызды орын алады.

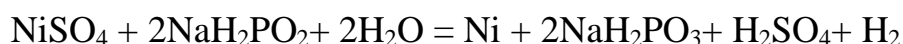
Мысалы, ортаңғы қабатты қондыру үшін негізгі электролит ретінде органикалық қоспалар, яғни n-аминобензосульфамид -0,15-0,25г/л, сахарин 0,8-1,5г/л. Үш қабатты қаптаманың коррозиялық төзімділігі екі қабатты қаптамадан екі- үш есе, бір қабаттыдан бес есе жоғары.

Никельдің қалың тұнбаларын алу үшін сульфоаминқышқылды электролиттерды қолданады. Кең қолданылатын сульфоаминқышқылды

электролиттер құрамы мен жұмыс режимі: никельсульфоамиді, никель хлориді, бор қышқылы, натрий сульфаты. Процестің катодтық ток тығыздығы 5-12А/дм², 18-50⁰С.

Никельді электролиттік жолмен ғана емес, химиялық жолмен де тұндыруға болады. Химиялық никельдеу қаптаманың бағалы қасиеттеріне (атап айтсақ: жоғары қаттылыққа ие, төзімді, бөлшектің бетінде тұнған металдың біртегіс таралуы) орай гальванотехникада кеңінен таралған. Процесс натрий гипофосфиты қатысында никель ионынан металға дейін химиялық тотықсыздануына негізделген. Кеуектілігінің аздығына байланысты қапталатын металды коррозиядан жақсы сақтап тұрады.

Никель сульфатының металға дейін тотықсыздану реакциясы:



Қышқылды және негізді никельдеуде универсалды электролиттерге: никель хлориді, натрий гипофосфиті, аммоний хлориді, аммиак жатады, процесті 70 – 80⁰С да жүргізеді. Борқұрамды қосылыстарды қолдану арқылы қаптаманы қондыруды төмен температурада жүргізуге болады.

5. 3. Хромдау

Хром электртеріс металға жатқанымен, өте қатты пассивтеніп, асыл металдар тәрізді қасиетке ие болып, органикалық қышқылдар, күкірт, күкіртсутек, күкірт қышқылы, азот қышқылы және сілті ерітінділер әсер етпейді. Оксидтік қабыршақтың түзілуі хром қаптамасын қараюдан сақтайды. Бірақ хром қаптамасының химиялық тұрақтылығы кеуектілігімен ерекшеленеді және темірді коррозиядан қорғай алмайды, себебі темір-хром гальваникалық жұбы катодтық қаптамаға жатады. Кеуектілікті төмендету үшін хром қаптамасын отырғызбас бұрын мыс және никель қабатын қондырады.

Хром қаптамасында болатын ақаулардың түрлері және олардың пайда болу себептері

<i>Кемшіліктер</i>	<i>Себептері</i>	<i>Жою әдістері</i>
Қаптаманың түсіп қалуы	Қаптаманы қондырар алдында химиялық және электрхимиялық дайындықтың нашарлығы. Электролитте қаптайтын бөлшегіміз жақсы қызбаған	Дайындық сапасын жақсарту Бөлшектің жақсы қызуын қамтамасыз ету және тоқта үзілісті тоқтату.

	және хромдау үдерісінде тоқтың үзілуі	
Жабушы қабілеттің төмендігі	Электролитте күкірт қышқылының концентрациясы жоғары болуына байланысты	Күкірт қышқылының концентрациясын төмендету немесе электролиттің жартысын төгіп, үстіне CrO_3 үстемелеу
Сұр тегіс бөртпелермен қапталуы	Электролитте үш валентті хромның құрамы жоғары болуына байланысты	Электролитті өңдеу және $S_a:S_k$ қатынасын жоғарылату
Жабушы қабілеттің төмендеуі	Электролиттің темірмен немесе мыспен ластануынан	
Бөлшектің кейбір аймақтары хроммен жабылмайды.	Тоқ тығыздығының шамадан тыс төмен болуынан	Ваннада тоқты көтеру
	Хромдауда газды қапшалардың пайда болуы	Бөлшектің орналасуын өзгерту

Хромдау өлшеуіш, кескіш құралдардың төзімділігін арттыру үшін кеңінен қолданылады. Сонымен қатар, сәуле түсіргіш өндірістерде өте көп қолданылады.

Қорғаныш декоративті мақсатта жылтыр хром тұнбасын алу үшін келесі стандартты электролиттер қолданылады: 250г/л-хром ангидриді, 2,5г/л- күкірт қышқылы. Үдеріс $45-55^{\circ}\text{C}$ температурада, $25-55\text{A}/\text{дм}^2$ тоқ тығыздығында жүзеге асады.

Болат бөлшегінде жылтыр хромның жоғары кеуектілігіне байланысты, алғашқыда никель мыс қаптамасын қондыру керектігін жоғарыда атап өттік, ал оның технологиялық сызбанұсқасы төмендегідей:

1) Мыс (цианидті электролитте тұндыру), мыс (қышқылды электролитте тұндыру)- никель-хром; 2) никель-мыс (қышқылды электролитте тұндыру) – никель-хром; 3) мыс екі немесе үш қабатты никель-хром;

Хромдауға тиімді электролиттер ауыр металдарды (кадмий, мырыш) енгізу жатады. Өндірісте кең қолданылатындарға кадмий қатысындағы электролиттер жатады. Солардың бірі: хром ангидридi, күкірт қышқылы, натрийдің кремний фториді, натрий бихроматы. Үдеріс 60–70⁰С та, 95–40 А/дм²катодтық ток тығыздығында жүргізіледі.

Бақылау сұрақтары

1. Никелирлеудің күкірт қышқыл электролитіне ас тұзын және бор қышқылын не үшін қосады?
2. Питтинг дегеніміз не және онымен қалай күресу керек?
3. Егер никель электролитке мыс түссе, онда одан қалай құтылу керек?
4. Никель анодының пассивтелгенін қалай анықтауға болады?
5. Көп қабатты никель жабыны бір қабатты қалыңдықтан айырмашылығы бар ма?
6. Химиялық никелирлеудің электрхимиялыққа қарағанда артықшылығы неде?
7. Басқа гальваникалық процестермен салыстырғанда хромдаудың негізгі ерекшеліктері қандай?
8. Күрделі бөлшектерді хромдау кезінде неге қосымша анодтар қажет?
9. Хромды ангридпен жұмыс істеу кезінде қандай сақтық шараларын қолдану қажет?

Әдебиеттер тізімі

1. Кудреева Л.К., Курбатов А.П. Гальваникалық қаптамалар алудың технологиясы бойынша практикалық жұмыстарды орындауға оқу - әдістемелік құралы, 2009. – 34 б.
2. Кудреева Л.К., Курбатов А.П. Гальваникалық қаптамалар алу технологиясы оқу құралы, 2013. – 187 б.
3. Миомандр А.В. Садки С., Одебер П. Электрхимия. М., 2008.
4. Дасоян М.А. и др. Технология электрохимических покрытий – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. -391 с.
5. Кудреева Л.К. Гальваникалық қаптамалар алу технологиясы, оқу құралы, 2013. – 184
6. Вячеславов П. М. Электролитическое осаждение сплавов. М., Л.: Машиностроение, 1977. 92 с.
7. Грилихес С. Я. Обезжирование, травление и полирование металлов. Л.: Машиностроение, 1976. 208 с.
8. Грилихес С. Я. Электрохимическое полирование. Л.: Машиностроение, 1976. 208 с.
9. Дасоян М. Я., Пальмская И. Я. Оборудование цехов гальванических покрытий. М.: Машиностроение, 1979. 315 с.

10. Каданер Л. И. Справочник по гальваностегии. Киев: Техника, 1976. 253 с.
11. Кудрявцев Н. Т. Электролитические покрытия металлами. М.: Химия, 1979. 352 с.
12. Лайнер В. И. Защитные покрытия металлов М.: Metallurgy, 1974. 560 с.
13. Оборудование цехов электрохимических покрытий: Справочник/ Александров В. М., Антонов Б. В., Гендлер Б. И. И др.; Под ред. П. М. Вячеславова. Л.: Машиностроение, 1987. 309 с.
14. Серебряный Л. А. Безопасность труда при нанесении гальванических покрытий. М.: Машиностроение, 1980. 70 с.
15. Ямпольский А. М. Гальванические покрытия. Л.: Машиностроение, 1978. 168 с.
16. Ямпольский А. М., Ильин В. А. Краткий справочник гальванотехника. Л.: Машиностроение. 1981. 270 с.
17. Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии - М.: Высшая школа, 1987. – 319 с.
18. Шмелева Н. М. Контроль работ по металлопокрытиям. М.: Машиностроение, 1981. 173 с.