

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА УРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
“КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ” кафедраси
Бакалаврият 5320400-“Кимёвий технология”
таълим йўналиши
423-14 КТ гуруҳи талабаси

Раҳмонов Азизини
(битирувчининг Ф.И.Ш.)

Мавзу: “Деталларни титан қотишмалари билан қоплашнинг технологик
жараёнларини асослаш”

Илмий раҳбар:

Донсит

(имзо)

Зиядуллаев А.Ш.

(Ф.И.Ш.)

«Иш кўриб чиқилди
- ва химояга қўйилди»

“Кимёвий технология” кафедраси
мудир Ваккосов С.С.

(Имзо)

(Ф.И.Ш.)

2018 йил 18 июн



Саноат технологиялари
факультети декани, доцент,
к.ф.н. Позиллов М.Н.

(Имзо)

(Ф.И.Ш.)

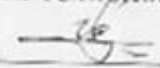
2018 йил 18 июн

ЖИЗЗАХ-2018 йил

ЖИЗЗАХ ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ
“САНОВАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ” факультети
“КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ” кафедраси

ТАСДИҚЛАЙМАН

“Кимёвий технология” кафедраси

мудир  С.С.Вакосов

«___» _____ 2018 йил

5320400-“Кимёвий технология” таълим йўналиши

4 курс 423-14 КТ гуруҳ

БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ БЎЙИЧА

ТОПШИРИҚ

Талаба: РАҲМОНОВ АЗИЗ

(фамилияси, исми шарифи)

1. Битирув малакавий ишининг мавзуси: “Деталларни титан қотишмалари билан қоплашнинг технологик жараёнларини асослаш”

Кафедранинг 2017 йил «22» ноябрдаги мажлисида маъқуллаган (7-баённома).

2. Битирув малакавий ишини топшириш муддати: 18 июн 2018 йил

3. Битирув малакавий ишини бажаришга доир бошлангич маълумотлар: Титан ва унинг қотишмаларининг физик-кимёвий ва механик хусусиятлари, титан қотишмаларни ҳосил қилиш технологияси, деталларни титан қотишмалари билан қоплаш технологияси, электролиз асосида қопламалар ҳосил қилиш, гальваник цехлар, мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги юқори бўлган, коррозияга чидамли қопламалар

4. Ҳисоблаш-тушунтириш ёзувларининг таркиби (ишлаб чиқиладиган масалалар рўйхати): Кириш, умумий қисм – титан қотишмалари хусусиятлари, турлари ва улар асосидаги қопламаларининг тузилиши, қоплашнинг физик-кимёвий хусусиятлари, титан қотишмалари асосидаги қопламалар олиш электролитлари, технологик қисм-электрокимёвий усулда

қоплаш технологияси, меҳнат ва инсон фаолияти хавфсизлиги, хулоса, фойдаланилган адабиётлар.

5. Жадвал ва чизма ишларнинг руйхати(чизмалар номи аниқ кўрсатилади): қоплашда ишлатиладиган электролиз ваннасининг схемаси, титан қотишмалари асосидаги қопламалар олиш цехларининг технологик схемаси, техник кўрсаткичлар.

6. Битирув малакавий иши бўйича маслаҳатчи(лар):

№	Бўлим мавзуси	Маслаҳатчи ўқитувчи Ф.И.Ш.	Топшириқ санаси	
			Топшириқ берилди	Топшириқ бажарилди
1.	Кириш	Ваққосов С.С.	5.02.18	24.02.18
2.	Умумий қисм	Ваққосов С.С.	26.02.18	24.03.18
3.	Технологик қисм	Ваққосов С.С.	26.03.18	21.04.18
4.	Меҳнат ва атроф- муҳит муҳофазаси	Тиркашева М.	23.04.18	19.05.18

7. Битирув малакавий ишининг бажариш режаси

№	Битирув малакавий иши босқичларининг номи	Бажарилиш муддати(сана)	Текширувдан ўтганлик белгиси
1.	Кириш	24.02.18	
2.	Умумий қисм	24.03.18	
3.	Технологик қисм	21.04.18	
4.	Меҳнат ва атроф-муҳит муҳофазаси	19.05.18	
5.	Чизмалар	02.06.18	

Битирув малакавий ишининг

раҳбари: _____

(имзо)

Зиядуллаев Абдуқаҳҳор Шамсиевич

(фамилияси, исми шарифи)

Топшириқни бажаришга

олдим: _____

(имзо)

Раҳмонов Азиз

(фамилияси, исми шарифи)

Топшириқ берилган сана: 2018 йил 22 январ

МУНДАРИЖА

КИРИШ.....	6
1-БОБ. ТЕХНИК ИҚТИСОДИЙ АСОСЛАШ.....	10
1.1 Хом-ашё тавсифи.....	12
1.2 Металларни электрокимёвий чўктириш жараёнларида намуналар шакли ва қопланаётган сирт юзасини танлаш.....	17
1.3 Титан ва унинг қотишмаларига кимёвий ишлов бериш.....	18
1.4 Титанни электрокимёвий едириш.....	18
1.5 Титан ва унинг қотишмаларини қоплашдан олдин сиртини махсус тайёрлаш.....	19
1.6 Металнинг ток бўйича чиқиши қопламанинг ўртача қалинлиги аниқлаш.....	22
1.7 Қоплама сифатига ток зичлиги таъсирининг тезлаштирилган назорати.....	24
1.8 Микроқаттиқликни аниқлаш.....	28
1.9 Қоплама ялтироқлигини ўлчаш.....	30
1.10 Титан қотишмалари қопламаларнинг ғоваклигини аниқлаш.....	32
1.11 Қопламанинг коррозияга бардошлигини аниқлаш.....	32
2-БОБ. ТИТАН ҚОТИШМАЛАРИНИ ҲОСИЛ ҚИЛИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА УЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ.....	35
2.1 Кукун металлургияси ҳақида асосий маълумотлар.....	35
2.2 Қаттиқ қотишмалар ва минерал-керамика.....	41
2.3 Ғовак ва компактли металл-керамика.....	45
2.4 Титаннинг бошқа турдаги қотишмалари.....	47
3-БОБ. ТИТАН ҚОТИШМАЛАРИ БИЛАН ҚОПЛАШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ.....	49
3.1 Титаннинг рухли қотишмаси билан қоплаш.....	49
3.2 Титаннинг никелли қотишмаси билан қоплаш.....	49
3.3 Титаннинг волфрамли қотишмаларини чўктириш.....	50

3.4 Титаннинг вольфрамли қотишмалари билан қоплаш жараёнининг технологик тизими.....	51
3.5 Титаннинг кадмийли қотишмаларини чўктириш.....	51
3.6 Титаннинг металл-керамик қаттиқ қотишмасини кимёвий усулда чўктириш.....	55
3.7 Титан қотишмаларини электрокимёвий чўктириш.....	59
4-БОБ. МЕҲНАТНИ МУҲОФАЗА ҚИЛИШ.....	61
4.1 Технологик жараёнларга қўйиладиган умумий хавфсизлик талаблари.....	61
4.2 Ёнғин ва портлаш хавфсизлиги талаблари.....	62
4.3 Электр қурилмаларига қўйиладиган талаблар.....	62
4.4 Электрокимёвий тозалашда хавфсизлик талаблари.....	63
4.5 Қора ва рангли металлларни хурушлашда хавфсизлик талаблари.....	64
4.6 Электр жиёлашда хавфсизлик талаблари.....	66
4.7 Электр кимёвий усулда металл қопламалар югуртириш ва нордон электролитлар билан ишлашда хавфсизлик талаблари.....	66
4.8 Ишқорли электролитларга бўлган талаблар.....	66
4.9 Борфторводородли электролитларга бўлган талаблар.....	67
4.10 Хурушлаш ва металл қопламалар югуртириш учун ванналарга бўлган хавфсизлик талаблари.....	67
ХУЛОСА.....	68
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	69

КИРИШ

“Бизнинг вазифамиз – тўпланган тажриба ва илғор халқаро амалиётга суянган ҳолда, ўзимизнинг тараққиёт ва янгилашни моделини қатъий амалга оширишдан иборат”.

Ўзбекистон Республикаси Президенти

Ш.М.Мирзиёев

Мамлакатимизда Президентимиз Шавкат Мирзиёевнинг бевосита ташаббуси ва раҳбарлигида қабул қилинган ҳамда изчил амалга оширилаётган Ўзбекистон Республикасининг ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси тараққиётнинг янги босқичини бошлаб берди.

Ушбу стратегияда давлат қурилиши, суд-ҳуқуқ тизимини такомиллаштириш, иқтисодиётни эркинлаштириш ва ижтимоий соҳани ривожлантириш, миллатлараро дўстлик ва ҳамжиҳатликни мустаҳкамлаш бўйича энг долзарб вазифалар белгилаб берилди.

Ҳаракатлар стратегияси одамларни очиклик, ошкоралик, шаффофлик муҳитида яшаш ва ишлашга даъват этмоқда. Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи ижтимоий соҳани ривожлантиришни устувор йўналишининг учинчи бандида иқтисодиёт соҳасини ривожлантиришнинг мақсад ва вазифалари:

- ишлаб чиқаришни модернизация қилиш, техник ва технологик жиҳатдан янгилаш, ишлаб чиқариш, транспорт-коммуникация ва ижтимоий инфратузилма лойиҳаларини амалга оширишга қаратилган фаол инвестиция сиёсатини олиб бориш;
- юқори технологияли қайта ишлаш тармоқларини, энг аввало, маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни жадал ривожлантиришга қаратилган сифат жиҳатидан янги босқичга ўтказиш орқали саноатни янада модернизация ва диверсификация қилиш;

- иқтисодиёт тармоқлари учун самарали рақобатбардош муҳитни шакллантириш ҳамда маҳсулот ва хизматлар бозорида монополияни босқичма-босқич камайтириш;
- принципиал жиҳатдан янги маҳсулот ва технология турларини ўзлаштириш, шу асосда ички ва ташқи бозорларда миллий товарларнинг рақобатбардошлигини таъминлаш;
- ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришни рағбатлантириш сиёсатини давом эттириш ҳамда, энг аввало, истеъмол товарлар ва бутловчи буюмлар импортининг ўрнини босиш, тармоқлараро саноат кооперациясини кенгайтириш;
- иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш, қайта тикланадиган энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш, иқтисодиёт тармоқларида меҳнат унумдорлигини ошириш;
- фаолият кўрсатаётган эркин иқтисодий зоналар, технопарклар ва кичик саноат зоналари самарадорлигини ошириш, янгиларини ташкил этиш;
- хизмат кўрсатиш соҳасини жадал ривожлантириш, ялпи ички маҳсулотни шакллантиришда хизматларнинг ўрни ва улушини ошириш, кўрсатилаётган хизматлар таркибини, энг аввало, уларнинг замонавий юқори технологик турлари ҳисобига тубдан ўзгартириш;
- экспорт фаолиятини либераллаштириш ва соддалаштириш, экспорт таркибини ва географиясини диверсификация қилиш, иқтисодиёт тармоқлари ва ҳудудларнинг экспорт салоҳиятини кенгайтириш ва сафарбар этиш;
- йўл-транспорт инфратузилмасини янада ривожлантириш, иқтисодиёт, ижтимоий соҳа, бошқарув тизимига ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш белгилаб берилган.

Республикамиз Президенти таълим илм-фан, давлатнинг ёшларга оид сиёсатини амалга ошириш, таълимнинг янги замонавий усулларини,

жумладан, ахборот-коммуникация технологияларини жорий этиш долзарб вазифаларни амалга ошириш ёшларимиз, жамиятимиз ва мамлакатимизнинг келажаги учун стратегик аҳамиятга эга эканини таъкидлаб ўтдилар.

Маълумки, жаҳонда ишлаб чиқарилаётган металнинг анчагина (10-15%) қисми уларнинг коррозияланиши ва металл буюмларнинг хизмат қилиш муддатидан анча олдин физикавий емирилиши туфайли яроқсиз ҳолатга келиб қолади. Шу муносабат билан энг муҳим масалалардан бири метални максимал даражада иқтисод қилиш ва уни емирилишдан сақлаш ҳисобланади.

Электролитик металл билан қоплаш (галванотехника)дан металлларни коррозиядан ҳимоя қилиш, ҳимоя-декоратив ишлов бериш, механик емирилишга қаршилиқни ва сирт қаттиқлигини ошириш, антифрикцион хоссаларни бериш, қайтарувчанлик қобилиятини ва бошқа мақсадлар (галваностегия)да фойдаланилади.

Ўтган асрнинг 20-йилларидан бошлаб назарий ва амалий электрокимё соҳасидаги ишларнинг ривожланиши билан бирмунча такомиллашган, металлларни электролитик қоплашнинг назарий жиҳатдан асосланган жараёнлари пайдо бўла бошлади. Бу ишлар галванотехникадан саноатнинг турли хил соҳаларида кенг қўламда фойдаланиш имконини берди.

Ҳозирги вақтда галванотехника соҳасида янги, муҳим вазифалар мавжуд. Коррозияга қаршилиги ва механик хусусиятлари яхши бўлган қопламалар билан бир қаторда, юқори ялтироқлик ва алоҳида магнит хусусиятларга, юқори ўтказувчанликка, иссиқликка бардошлилик, ҳавода узоқ вақт сақлангандан кейин ҳам кавшарланиш хоссасини сақлаб қолиш хусусиятига эга бўлган қопламалар яратиш талаб этилади. Бу шу билан биргаликда жараёни автоматик бошқариш ва жадаллаштириш электролитик жараёнларни назорат қилиш ва бошқарувни автоматлаштиришни жорий этиш ҳам муҳим аҳамиятга эга.

Ҳозирги вақтда кўпинча буюмларга ишлов беришда дастлаб қимматбаҳо ва кўп меҳнат талаб қиладиган усуллардан ташқари электрокимёвий усуллардан ҳам фойдаланилмоқда.

Бундай масалаларни ҳал этиш электролизни замонавий тадқиқот усулларида фойдаланиб олиб боришни талаб қилади. Кейинги вақтларда замонавий тадқиқот усулларида фойдаланиб электролиз жараёнларини чуқур ўрганишда катта ютуқларга эришилмоқда. Бу йўналишда олиб борилган тадқиқотлар нафақат металлларни электролитик чўктиришнинг асосий қонуниятларини аниқлаш, балки буюмларни қоплаш жараёналарига бирмунча тўғри ва асосланган ҳолда ёндашиш имконини бермоқда.

Бу ишда магний асосидаги қотишмаларни чўктиришнинг технологик жараёнларини ўрганиш мақсад қилиб қўйилган. Қотишмалардан қопламалар олишда ишқорли ва кислотали суспензияли электролитлар ишлатилиб, уларга қоплама турли рангларда чиқиш учун ёки коррозияга чидамлилигини ошириши учун пассивлаштирувчи моддалар қўшилади. Бундай қопламалар олишда барча жараёнларда ишлатиладиган хом-ашё материал ва реактивлар республикамизда мавжуд. Қотишмаларни чўктиришдаги металлларга ишлов бериш усуллари, электролитларнинг айрим асосий хусусиятлари, магний қотишмаларининг хусусиятларини, электролиз жараёнининг давомийлиги, қотишмадаги ҳар хил металлларнинг чиқиш унумдорликларини, ўрганган ҳолда улардан олинган қопламалар олишга ўтиб борилган.

1-БОБ. ТЕХНИК ИҚТИСОДИЙ АСОСЛАШ

Гальваник қоплаш электр ток таъсирида металл тузларининг эритмасидан металлларнинг ажралиб чиқиш хоссасига асосланган. Детал ток манбаининг манфий кутбига катодга уланганда, унинг ейилган сиртига металл ўтиради. Ток манбаининг мусбат кутбига уланган анод иккинчи электрод сифатида хизмат қилади. Иккала электрод ажраладиган металл тузларининг эритмасига жойланади.

Гальваник ва кимёвий қопламалар деталнинг ейилган жойини тўлдириш учун ётқизилади, шунингдек улардан занглардан сақлайдиган ёки декоратив қопламалар сифатида фойдаланилади. Гальваник қоплаш усулларида хромлаш, темирлаш, никеллаш, рухлаш ва мислаш кимёвий усулларида эса, оксидлаш ва фосфатлаш кенг қўламда қўлланилади.

Четдан келтириладиган товарлар маълумки валюта ҳисобига олиб келинади, шу билан бирга транспорт харажатлари ҳам ҳисобига олинса, товарларнинг қиймати бир ярим икки баробар ошиб кетади.

Ҳозирги вақтда гальванотехника соҳасида янги, муҳим вазифалар мавжуд. Коррозияга қаршилиги ва механик хусусиятлари яхши бўлган қопламалар билан бир қаторда, юқори ялтироқлик ва алоҳида магнит хусусиятларга, юқори ўтказувчанликка, иссиқликка бардошлилик, ҳавода узоқ вақт сақлангандан кейин ҳам кавшарланиш хоссасини сақлаб қолиш хусусиятига эга бўлган қопламалар яратиш талаб этилади. Бу шу билан биргаликда жараёни автоматик бошқариш ва жадаллаштириш электролитик жараёнларни назорат қилиш ва бошқарувни автоматлаштиришни жорий этиш ҳам муҳим аҳамиятга эга.

Ҳозирги вақтда кўпинча буюмларга ишлов беришда дастлаб қимматбаҳо ва кўп меҳнат талаб қиладиган усуллардан ташқари электрокимёвий усуллардан ҳам фойдаланилмоқда.

Бундай масалаларни ҳал этиш электролизни замонавий тадқиқот усулларида фойдаланиб олиб боришни талаб қилади. Кейинги вақтларда замонавий тадқиқот усулларида фойдаланиб электролиз жараёнларини

чукур ўрганишда катта ютуқларга эришилмоқда. Бу йўналишда олиб борилган тадқиқотлар нафақат металлларни электролитик чўктиришнинг асосий қонуниятларини аниқлаш, балки буюмларни қоплаш жараёнларига бирмунча тўғри ва асосланган ҳолда ёндашиш имконини бермоқда.

Металлларни коррозиядан сақлашнинг энг самарали ва кенг тарқалган усулларида бири уларни галваник қопламалар билан қоплаш ҳисобланади. Металлларни коррозиядан сақлаш ва ишлаб чиқарилаётган буюмларнинг сифатини ошириш билан боғлиқ бўлган вазифаларни муваффақиятли ҳал этишнинг асосий шартларидан бири галваник ишлаб чиқаришни тубдан модернизация қилиш ҳисобланади. Шунга кўра кейинги йилларда саноат корхоналарнинг галваник цехларида замонавий фан ва техника талабларига жавоб берувчи янги технологик жараён ва такомиллаштирилган жиҳозлар жорий этилмоқда.

Прогрессив технология ва замонавий жиҳозлардан механизациялашган ва автоматлашган тизимларда кенг қўламда фойдаланиш ишлаб чиқаришда фаолият кўрсатувчи ишловчилардан янги технологияларни мукамал ўзлаштиришни талаб этади. Замонавий жиҳозларни бошқариш учун галваник цехларда ишловчилар галванотехникага оид назарий билимларни ўзлаштиришлари талаб этилади. Замонавий техника ва прогрессив технологиядан тўғри ва оқилона фойдаланиш хизмат қилувчиларнинг шу соҳага оид техникавий ахборотлар билан қанчалик танишганлигига бевосита боғлиқ.

Техниканинг ҳозирги даражадаги ривожланиши айниқса қотишмалар ва композицион материаллардан тайёрланган қоплама турларининг ортиши нодир ва қимматбаҳо металллардан фойдаланиш кўламининг кенгайишига олиб келмоқда.

Ташқи атмосфера шароитида рух-хромли қопламалар махсулотлар ярқироғлиги узоқ муддат сақланмайди, юзаси тезда хиралашиб, кир-кулранг доғлар билан қопланади. Шунинг учун юзасига қушимча ишловларсиз, безакларда ишлатишга яроқсиз, занглашда ишончли чидамлилиқ нуқтаи

назардан махсулот хира тортиб туради. Безакли шаклини сақлаш мақсадида ва занглашга чидамлилигини юқорилигини сақлаш учун ялтироқ рухли махсус сушт қоришмаида сақловчи хромли бирикма булиши керак. Лойиҳаланаётган цех Жиззах шахрининг А-саноат зонаси ҳудудида жойлашади. Цех учун ишчи кучи шаҳарда етарли, корхоналар куп жойлашганлиги ишчи, хизматчиларнинг шаҳарнинг исталган бурчагидан катнашни осонлаштиради. Электрокимёвий энергия техник сув иситиш энергияси, сиқилган ҳаво билан цех бемалол таъминланади.

1.1 Хом-ашё тавсифи

Титан (Titanum), Ti — Менделеев даврий системасининг IV гуруҳига мансуб кимёвий элемент. Тартиб рақами 22, атом массаси 47,88. Титан оралиқ металлларга киради. Титан масса сонлари ^{46}Ti (7,95%), ^{47}Ti (7,75%), ^{48}Ti (73,45%), ^{49}Ti (5,51%), ^{50}Ti (5,34%) бўлган 5 та барқарор изотопдан иборат. Унинг бир неча сунъий радиоактив изотоплари ҳам маълум. 1795 йилда немис кимёгари Клапрот TiO_2 (рутил) номаълум элементнинг оксиди эканлигини аниқлаган ва ўша элементга Титан номини берган [Титан номи юн. афсонасидаги титанлар — Уран (Осмон) ва Гея (Ер)нинг болалари номидан олинган]. 1925 йилда Нидерландия олимлари Ван Аркел ва де Бур титан (IV) йодидни чўғ ҳолатидаги волфрам симда парчалаш йўли билан соф Титан олдилар. Титан Ер пўстининг масса жиҳатидан 0,57 % ни ташкил қилади. Титан табиатда титан (IV)оксид TiO_2 (рутил, анатаз, брукит), темир титанат (ёки илменит) FeTiO_3 , калций титанат (ёки перовскит) CaTiO_3 ҳолида учрайди. Илменит кўпинча магнетит билан қўшилиб $\text{FeTiO}_3 \cdot n\text{Fe}_3\text{O}_4$ таркибли титан магнетитлар ҳосил қилади.

1791 йилда инглиз олими Уильям Грегор **илменит** минералида номаълум элемент борлигини аниқлади. Тўрт йил ўтганидан кейин 1795 йилда немис олими Мартин Клапрот **рутил** номли минерал таркибида янги элемент борлигини кашф этди ва уни Олмония афсонаси атамаларидан фойдаланиб **титан** деб атади. 1797 йилда Грегор ва Клапрот кашф этган элементлар ягона элемент эканлиги аниқланди. У элементга Клапрот

таклиф этган титан номи қўйилди. Грегор ва Клапрот минераллардан аввал оқ тусли кристалл кукун — титан диоксид TiO_2 ни олишган. Бу моддани кўпчилик кимёгарлар қайтарилиш реакциялари орқали металл титан олиша олмади. 1823 йилда инглиз олими металлургия заводларида ҳосил бўладиган шлакларда учрайдиган кристалл ҳолдаги моддани “соф титан элементи” деб қабул қилди. Лекин бу ҳам титан эмаслигини немис олими Вёлер исбот қилди. Фақат 1825 йилда Берцелиус калий гексафтортитанатни натрий билан қайтариш натижасида биринчи бўлиб титан олди. Кейинчалик Швед академиясининг президенти Я. Берцелиус ҳам хатога йўл қўйганлиги маълум бўлди. 1875 йилда рус олими Д.К.Кириллов ҳам тоза титан ҳосил қилди. Лекин унинг кашфиёти жаҳон кимёгарларига маълум бўлмади. 12 йилдан кейин Швед кимёгарлари Л.Нильсон ва О.Петерсон тўрт валентли титан бирикмаларига (TiCl_4 ни) натрий билан герметик пўлат бомбада ишлов бериш натижасида то залиги 95 % ли титан металини олдилар. Ниҳоят, 1895 йилда Француз кимёгари А.Муассон ёйли печда TiO_2 ни углевод билан қайтариб, ҳосил қилинган материални икки марта тозалаб титан олди. 1910 йилда америкалик Хантер шу усулда 94 % ли титан олишга муваффақ бўлди.

Титаннинг физик хоссалари. Титан пўлат каби ялтироқ қаттиқ металл. Суюқланиш температураси 1668 ± 5 °C, қайнаш температураси 3227 °C, зичлиги $4,51 \text{ г/см}^3$. Титан мустаҳкам ва пластик, осон болғаланади ва ёйилади (прокатланади), одатдаги температурада жуда кучсиз қайтарувчи. Титан сиртида оксид парда ҳосил бўлганлигидан коррозияга бардошлилиги жиҳатидан зангламас пўлатдан ҳам устун туради. У ҳавода оксидланмайди, денгиз сувида зангламайди, агрессив кимёвий муҳитларда ҳам ўзгармайди. Титан суюқданиш температурасида энг фаол металллар қаторига ўтади. Киздирилганда деярли барча элементлар билан бирикади. Металлар билан қаттиқ эритмалар ва интерметалик бирикмалар ҳосил қилади. 600 °C дан юқори температурада ҳаво кислороди билан оксидланиб, титан (IV)оксид TiO_2 га ўтади. 700 °C дан юқори трада азот билан Титан нитрид TiN ҳосил

килади. 300 °C дан юқори температурада водород хлорид билан реакцияга киришиб, Титан (IV) хлоридга айланади. Титан концентрланган сульфат кислота билан реакцияга киришиб, Титан сульфат $Ti(SO_4)_2$ ва сульфит ангидрид SO_2 ҳосил қилади. Титаннинг H_2TiO_3 ва H_2TiO_4 таркибли кислоталари; H_4TiO_5 ва H_4TiO_8 таркибли пероксикислоталари маълум. Титан ўз бирикмаларида 2 валентли бўлиши ҳам мумкин.

Металл ҳолидаги титан анча мураккаб усулда олинади. Аввал титан (IV) оксид титан (IV) хлоридга ўтказилади. Сўнгра титан (IV)хлоридни аргон ёки гелий атмосферасида магний ёки натрий билан қайтарилиб, металл титан олинади. Соф титан эса титан (IV) йодидни парчалаб ҳосил қилинади. Саноатда олинadиган титаннинг асосий қисми авиация, ракета ва кemasозлик техникасига зарур қотишмалар тайёрлаш учун кетади. Титаннинг никел ва темир билан ҳосил қилган қотишмалари пўлатга қўшилади. Титан заҳарли эмас. У ўсимлик ва ҳайвон организмида доим бўлади. Умurtқали ҳайвонларнинг шох ҳосилалари, талоқ, қалқонсимон безларида учрайди. Киши организмига бир кеча кундузда озик моддалар ва сув билан 0,85 мг титан киради.

Титан бирикмалари. Титан (IV)оксид TiO_2 — оқ кукун, қиздирилганда оч сариқ тусга киради, совитилганда ранги йўқолади. Табиатда 3 хил кристалл: рутил, анатаз, брукит шаклида учрайди. Суюқланиш температураси 1850 °C, қайнаш температураси 3000 °C га яқин, зичлиги 4,18— 4,25 г/см³. Титан (IV) оксид органик ва суюлтирилган минерал кислоталарга, H_2S ва SO_2 га чидамли, ишқорларда бир оз эрийди. Пластмассалар, сирлар, сунъий толалар ишлаб чиқаришда, қоғоз, резина, чарм, тўқимачилик, металлургия ва лак-бўёқ саноатида қўлланади.

Титанатлар — метатитанат, ортотитанат ва полититанат кислоталарнинг тузларидир. Барча титанатлар юқори температураларда суюқланади, сувда ва суюлтирилган кислоталарда эримайди, фақат концентрланган кислоталарда эрийди. Кўпчилик титанатларнинг диэлектрик киритувчанлиги юқори бўлгани сабабли конденсаторлар, ултратовуш

курулмалари, электрон схемалар, термокомпенсаторлар ва бошқа ишлаб чиқаришда қўлланади. Ўзгарувчан таркибли мураккаб титанлардан армолколит ойдаги тоғ жинсларида топилган.

Титан галогенлар билан бирикиб TiX_2 , TiX_3 ва TiX_4 (бу ерда X — галоген) таркибли галогенидлар ҳосил қилади. Титан галогенидларини амалий аҳамиятига кўра қуйидаги кетма-кетликка жойлаштириш мумкин: хлоридлар, йодидлар, бромидлар, фторидлар.

Титан тетрахлорид $TiCl_4$ — ўткир ҳидли суюқлик. Суюқланиш температураси — $23\text{ }^{\circ}\text{C}$, қайнаш температураси $136\text{ }^{\circ}\text{C}$, зичлиги $1,72\text{ г/см}^3$ ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$ да). Сувда гидролизланиб титан оксихлорид $TiOCl_2$ ёки титан гидроксид (метатитанат кислота) H_2TiO_3 ҳосил қилади. Концентрланган хлорид кислота таъсирида хлортитанат кислота H_2TiCl_6 комплексини беради. Титан тетрахлорид саноат кўламида ишлаб чиқарилиб, ундан асосан (магний ва натрий билан қайтариб) титан олинади.

Титаннинг қуйи хлоридлари $TiCl_3$ ва $TiCl_2$ — беқарор моддалар бўлиб, ҳавода оксидланади, гигроскопик. $TiCl_4$ ни водород, рух, алюминий ёки титан билан $700\text{--}1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ да қайтариб ҳосил қилинади. Органик бирикмаларни полимерлаш жараёнида катализатор сифатида қўлланади.

Титан тетрайодид, TiI_4 — металл каби ялтироқ қизил-қўнғир тусли кристаллар. Суюқланиш температураси $150\text{--}156\text{ }^{\circ}\text{C}$, қайнаш температураси $377\text{ }^{\circ}\text{C}$, зичлиги $4,27\text{--}4,40\text{ г/см}^3$. Сувда гидролизланади. Куқун ҳолидаги титанга $170\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$ да йод таъсир эттириб олинади.

Титаннинг қуйи йодидларидан TiI , (тўқ бинафша тусли қаттиқ модда; суюқланиш температураси $1030\text{ }^{\circ}\text{C}$) ва TiI_2 (тўқ жигарранг қаттиқ модда; суюқланиш температураси $1050\text{ }^{\circ}\text{C}$) олинган.

Титан тетрабромид $TiBr_4$ — сариқ рангли кристалл модда: суюқланиш температураси $38\text{ }^{\circ}\text{C}$, қайнаш температураси $232\text{ }^{\circ}\text{C}$, зичлиги $3,24\text{ г/см}^3$. Сувда гидролизланади. Титан карбидни бром буғи остида қиздириш ёхуд Ti ва бромни юқори температураларда бириктириш йўли билан олинади.

Титаннинг қуйи бромидлари TiBr_3 ва TiBr_2 — беқарор, осон оксидланадиган ва гидролизга учрайдиган моддалар. TiBr_4 ни қайтариш йўли билан олинади.

Титан тетрафторид TiF_4 — оқ рангли қаттиқ модда. $284\text{ }^\circ\text{C}$ да суюқланмасдан қайнайди, зичлиги $2,8\text{ г/см}^3$, юқори температура ($427\text{ }^\circ\text{C}$) ва босим остида суюқланади. Ўта гигроскопик, сувда гидролизланади. Титанга, титан карбидга фтор таъсир эттириб олинади. Фторид кислота билан комплекс фтор титанат кислота H_2TiF_6 ҳосил қилади. Унинг тузлари — фтортитанатлар K_2TiF_6 , Na_2TiF_6 — барқарор моддалар, технологик амалиётларда қўлланади. Титаннинг қуйи фторидлари TiF_3 ва TiF_2 ҳам олинган.

Титаннинг олиниши. Титан механик мустаҳкамлиги, коррозияга чидамлилиги юқори бўлган, химиявий барқарор кумушсимон оқ металлдир. Титан таркибида 10-40 % титан тўрт оксиди TiO_2 бўлган рутил, ильменит, титанит каби рудалардан олинади. Бойитилган титан рудалари концентрата таркибида 65 % гача TiO_2 бўлади. TiO_2 ва у билан бирга учрайдиган темир рудалари суюлтириб қайтариш йули билан бир-биридан ажратилади. Суюлтириш процесоида темир ва титан оксидлари қайтарилади, натижада чуян ва таркибида 80-90 % TiO_2 бўлган титан шлаги олинади. Титан шлаги хлорланади, натижада титан хлор билан бирикиб, титан тўрт хлорид TiCl_4 ҳосил бўлади. Сўнгра титан тўрт хлорид инерт газ (аргон) билан қаттиқ магний муҳитида ёпиқ ретортада $950-1000\text{ }^\circ\text{C}$ температурада қиздирилади. Магний хлорни ўзига бириктириб суюқ MgCl_2 га айланади. Қайтарилган титаннинг даттиқ заррачалари титанли ғовак масса ҳрсил қилади. Мураккаб рафинирлаш ва қайта суюқлантириш процесслари натижасида титанли ғовак массадан тоза титан олинади. Техник тоза титан (ГОСТ 19807-74) таркибида 99,2-99,65 % титан бўлади.

1.2 Металларни электрохимий чўктириш жараёнларида намуналар шакли ва қопланаётган сирт юзасини танлаш

Намуналарнинг сирт юзаси қуйидагиларни ҳисобга олган ҳолда танланади:

1. Лаборатория шароитида нисбатан кам ток қийматларда (4-6 А гача) ишлаш мақсадга мувофиқ, бунда акс ҳолда ҳажми кичик бўлган электролитда Жоулли иссиқликнинг ажралиши туфайли температуранинг ўзгартирмасдан ушлаб туриш қийин. Лекин ток зичлигининг жуда кичик қийматларидан фойдаланиш махсус юқори аниқликка эга бўлган электр ўлчаш асбоблари, юқори Омли реостатларни талаб этади. Шунинг учун паст ток зичликларида содир бўладиган электролиз жараёнлари учун намуна сиртини $I=0,05-0,1$ А да танлаган маъқул ҳисобланади.

2. Сирт юзасини танлаш қопламани олиш мақсадига ҳам боғлиқ.

а) Ушбу ҳолатда ток бўйича чиқишни аниқлаш учун керакли миқдорда чўкма ҳосил қилиш талаб этилади ва уни электролизнинг давомийлиги ва қоплама сиртини ўзгартириш билан бошқариб борилади. Намуна сирти вақтни иқтисод қилиш, айниқса берилган қоплама қалинлигида ток бўйича чиқишни аниқлашда керак бўлади.

б) Ташқи кўринишни баҳолаш, қопламанинг яроқлилигини аниқлаш ва коррозияга бардошлилигини сифатли аниқлаш учун намуна сирти юзаси $0,2-0,25$ дм² бўлиши керак.

Намунанинг шакли. Агар намуна металл фолга ёки тасмадан кесиб олинса, улар диск ёки тўғри тўртбурчак шаклида бўлади. Бундай ҳолда бурчаклар дендрит, қавариқларнинг олдини олиш ва ток чизиги концентрациясининг камайтириш мақсадида доирасимон шаклга келтирилади. Намуналар ток бирлигида мўлжалланган катодли штангларни клеммага бириктириб қўйиш учун ток беришга мўлжалланган бўлиши лозим. Ток узатгич эритмага туширилмаслиги лозим, унинг эни тахминан 0,5-0,7 см бўлиб, ток узатгич узунлиги электролизёрдаги электролит сатҳи ва катодли штанг орасидаги масофа қиймати билан аниқланади. Ясси намуналар билан

таққосланганда сирт бўйлаб ток ва металнинг бир меъёрада тақсимланишини цилиндрсимон, айниқса шарсимон шаклдаги намуналарда кузатиш мумкин.

1.3 Титан ва унинг қотишмаларига кимёвий ишлов бериш

Қуйидаги жадвалда титан ва унинг қотишмалари учун кимёвий ишлов беришнинг эритмаларининг таркиби ва технологик режимлари кўрсатилган.

Материаллар	Эритмалар	t, °C	τ, вақт
Титан	350-400 г/л HCl + 80-90 г/л HNO ₃ + 40-50 г/л NaF	15-25	3-15 дақ.
	60 г/л HCl + 27 г/л NaF + 21 г/л NaCl	40-50	3-10 дақ.
	200-220 г/л H ₂ SO ₄ + 40-50 г/л NH ₄ F	40-50	3-10 дақ.
Титаннинг волфрамли ётишмаси	750 г/л H ₂ SO ₄ + 550 г/л HNO ₃ + 200 г/л HF	80-95	2 дақ.
	Ҳажм бўйича: 5 % KOH + 25 % K ₃ [Fe(CN) ₆] + 70 % сув	20	<20 соат.
	Масса бўйича: 70 % HF + 5 % HNO ₃	-	-

1.4 Титанни электрокимёвий едириш

Электрокимёвий усул едириш жараёнида металнинг бутунлай водородни сиқиб чиқармаслигини таъминлаш билан бир вақтда химикатлар сарфини камайтиради, жараённинг давом этиш вақтини қисқартиради. Метални электрокимёвий едириш кўпроқ ўзгармас токли анодда содир бўлади.

Титанга ишлов бериш учун қуйидаги таркибли электролитлардан фойдаланилади, % (масса бўйича): 4-5 плавик кислота, 5-6 аммоний фторид, 8-9 этиленгликол, қолгани сув. Едириш режими: J=60-120 А/дм², U=30-40 В, t=60-90 °C, τ=0,5-3 дақиқа.

Титан қотишмалари учун қуйидаги таркибли электролитлардан фойдаланилади, % (масса бўйича): 10 сульфат кислота, 20 плавик кислота, 70 этиленгликол ($J=100-200 \text{ А/дм}^2$, $U=30-50 \text{ В}$, $t=60-80 \text{ }^\circ\text{С}$, $\tau=1-3$ дақиқа); 2 плавик кислота, 5-6 аммоний фторид, 3-4 аммоний нитрат, 78-80 глицерин, 8-10 сув ($J=100-200 \text{ А/дм}^2$, $U=50-90 \text{ В}$, $t=70-80 \text{ }^\circ\text{С}$, $\tau=1-3$ дақиқа).

Қийин эрувчан – титан қотишмалари учун универсал электролит таркиби, % (масса бўйича), 3-4 плавик кислота, 5-6 аммоний фторид, 5-6 аммоний нитрат, 83-85 этиленгликол ва йод эритмасидан иборат ($J=50-150 \text{ А/дм}^2$, $U=20-50 \text{ В}$, $t=60-90 \text{ }^\circ\text{С}$, $\tau=1-3$ дақиқа).

1.5 Титан ва унинг қотишмаларини қоплашдан олдин сиртини махсус тайёрлаш

Бир нечта рангли металллар (алюминий, магний, титан)га юқорида кўриб ўтилган тайёрлаш усуллари билан улар сиртидаги оксидли плёнканинг анча қалин эканлиги ва шу металлларнинг электроманфийликлари катта эканлиги туфайли мустаҳкам металл қоплама ҳосил қилиб бўлмайди.

Металл қоплама билан қоплашдан олдин **титан ва унинг қотишмалари** сиртини тайёрлашнинг гидридли усули кўпроқ тарқалган. Унинг моҳияти титан ва унинг қотишмаларини сульфат, хлорид, нитрат ва плавик кислоталар аралашмасида едиришдан иборат. Бунда ишлов берилаётган сиртда қора рангли гидридли плёнка ҳосил бўлади ва узок вақтгача сиртни актив ҳолда сақлаб туради. Гидридли плёнка фақат α -фазали титаннинг бир фазали қотишмаларида ҳосил бўлади. Гидридли усулда сиртни тайёрлашда ишлов берилаётган буюм сирти ёғсизлантирилади ва едирилади. Таркибида 200 мл/л нитрат ва 20 мл/л плавик кислота тутувчи электролит эритмаси яхши натижа беради. Хона ҳароратида гидридли плёнка қуйидаги эритмалардан бирида ҳосил қилинади:

1) 800 мл этиленгликол, 200 мл плавик кислота ва 100 мл рух фторид. Жараён қуйидаги режимда олиб борилади: $J_a=5 \text{ А/дм}^2$, $U=18 \text{ В}$, $t=20-25 \text{ }^\circ\text{С}$, $\tau=5-10$ дақиқа.

2) 410-435 мл хлорид кислота эритмасида 3-4 соат давомида олиб борилади.

Титан сиртида гидридли плёнка ҳосил бўлгандан кейин титан сиртига мисли ва хромли қоплама суркаш мумкин. Мислаш учун 3-5 мкм ли юпқа мис қатлами суркалади. Бу қатлам цианидли ва пирофосфатли мислаш электролитлари ёрдамида ҳосил қилинади. Шундан кейин мис қатламли титан буюмларга 400-500 °C да 10-20 дақиқа давомида термик ишлов берилади, сўнгра сирт активлаштирилади ва миснинг асосий қатлами исталган электролитда ҳосил қилинади.

Титан стандарт хромлаш электродида 70 °C да хромланади. Деталлар ваннага юкланиб, бошланғич 100 А/дм² ток зичлигида 5 дақиқа ушлаб турилади, сўнгра у аста-секин 25-30 А/дм² гача пасайтириб борилади.

Титан сиртини тайёрлашнинг бошқа усулида унга рух, никел, кобалт контактли металл плёнкалари суркалади.

Контактли никеллашдан олдин титанли буюмларга корунд пуркалади ёки қум пуркаш йўли билан ишлов берилади, сўнгра 50 % ли нитрат ва 25 % ли плавик кислоталар аралашмасида хона ҳароратида 15-60 секунд давомида едирилади.

Контактли никеллаш таркиби қуйидагича бўлган эритмада олиб борилади: 20-30 г/л никел сулфат (хлорид), 10-15 г/л аминосирка кислота, 5-15 г/л калий фторид. Жараён 5 дақиқа давомида pH=3 бўлганда хона ҳароратида олиб борилади.

Контактли никелли плёнка суркалгандан кейин титанли буюмлар сиртига галваник ёки кимёвий никел қоплама, сўнгра зарурат туғилса бошқа қоплама турлари чўктирилади.

Қуйидаги жадвалда бир нечта рангли металлларни галваник қоплама билан қоплашга тайёрлашнинг асосий жараёнлари кўрсатилган.

Асос метали	Қоплама	Едириш эритмаси	t, °C	τ, дақ.	Изох
Вол- фрам	Турли металлар билан қоплаш	150-200 г/л NaOH	15-25	5-10	Частотаси 50 кГц ва зичлиги 100-200 А/дм ² бўлган ўзгармас токни қўйишда. Электродлар никелли пластинкадан тайёрланади. Мислашдан олдин юпқа никелли (хлоридли электролитлардан) ёки хромли қатлами суркалади.
Тантал	Контактли мислаш	100-150 г/л HNO ₃ , 30-40 г/л HF	15-25	0,3-0,5	Мислаш 1-2 дақиқа давомида 50±10 °C да таркиби қуйидагича бўлган эритмада олиб борилади (г/л): (60-80) CuSO ₄ *5H ₂ O, (30-50) FeSO ₄ *7H ₂ O, (400-500) HF, (30-50) NaCl, (1-2) KJ
	Турли металлар билан қоплаш	Масса бўйича 20-35 % HF	15-25	0,5	Оксидли плёнка J _a =2 А/дм ² да анодда олдиндан электролитик усулда йўқотилади, кейин хлоридли электролитдан никелли қоплама суркалади.
Торий	Турли	Масса	25-30	5	Қоплаш учун pH<4

	металлар билан қоплаш	бўйича 15 % H ₂ SO ₄			таркибли хлоридли электролитлардан фойдаланиш тавсия этилмайди.
--	--------------------------	--	--	--	--

1.6 Металнинг ток бўйича чиқиши қопламанинг ўртача қалинлиги аниқлаш

Металнинг ток бўйича чиқиши, қопламанинг ўртача қалинлиги ва электролизнинг давомийлигини ҳисоблаш Фарадей қонунларига асосланган.

Қуйидаги белгилашларни киритамиз: m_m -катодда ажралиб чиққан металл массаси, гр; $g = E_M/F$ - чўктирилаётган металнинг электрохимёвий эквиваленти, г/А*с; E_M -металнинг эквивалент массаси, гр; F-фарадей сони (F=26,8 А*с); I-ток кучи, А; τ -электролизнинг давомийлиги, соат; τ_1 -минутларда; m_{Au} –олтин кулонометр катодида ажралиб чиқадиган олтин массаси, гр; $g_{Cu} = E_{Cu}/F$ - олтиннинг электрохимёвий эквиваленти, г/А*с; $q = \frac{m_{Cu}}{g_{Cu}} = I\tau$ - ўтувчи электр миқдори, А*с; d-қоплама қалинлиги, γ -металнинг зичлиги, г/см³; S-қоплама сирти юзаси, м²; i_k -метални электролитик чўктиришида токнинг катодли зичлиги, А/м².

Металнинг ток бўйича чиқиши φ (%):

$$\varphi = \frac{m_M}{q g_M} * 100 = \frac{m_M}{I \tau g_M} * 100 \quad (1)$$

формула билан ҳисобланади.

Агар q ни аниқлаш учун олтинли кулонометрдан фойдаланилса,

$$\varphi = \frac{g_{Cu} * m_M}{m_{Cu} * g_M} * 100 \quad (2)$$

Қотишмани электролитик чўктиришда (2) тенгламада g_M нинг ўрнига унинг электрохимёвий эквиваленти g_{qot} [г/(А*с)] қўйилади ва у $g_{qot} = g_1 * g_2 / (g_1 * N_2 + g_2 * N_1)$ формула бўйича ҳисобланади, бунда g_1

ва g_2 қотишма компонентларининг электрохимёвий эквиваленти; N_1 ва N_2 қотишмадаги металлларнинг масса улушлари.

Кулонометр учун эритма таркиби (г/дм³): CuSO₄ - 200-250; H₂SO₄ – 50; температура 18-20 °С, анодлар олтинли; катодлар олтин асосидаги қотишмали ёки олтинли пластиналар; катодли ток зичлиги 50-150 А/м². Токка нисбатан юқори тоқ ток зичликларида осон ажралувчан, бир хил ихчамликка эга олтин қопламасини олиб бўлмайди (агар унинг қалинлиги катта бўлса) ва бу тарозида тортишда катта хатоликларга олиб келади.

Узоқ вақт давомида катта ток билан электролиз қилишда кулонометрдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эмас, бунга катод ўлчамларининг жуда катталиги ва уни аналитик тарозида тортишнинг бирмунча қийинлиги сабаб бўлади. Бундай ҳолда ўтаётган ток миқдорини ток (I) нинг электролиз давомийлиги (τ) га кўпайтмаси бўйича топиш мумкин. Натижаларнинг етарли даражадаги аниқлигига юқори синфли текширилган амперметрдан фойдаланиш билан эришилади. Токни қатъий ўзгармас ҳолда ушлаб туриш ва электролизнинг давомийлигини эътиборга олиш талаб этилади, бунда кулонометрли ток интеграторидан ҳам фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

Қоплама қалинлиги

$$d = m_M / (\gamma S) \quad (3)$$

формуладан топилади.

m_M нинг (1) тенгламадаги қийматини қўйиб ва $\frac{I}{S} = i_k$ ни алмаштирилса

$$d = \frac{g_M}{\gamma} * \frac{i_k * \tau}{10^2} = \frac{g_M}{\gamma} * \frac{i_k * \tau_1}{60 * 10^2} \quad (4)$$

ифода ҳосил бўлади. Бу тенгламадаги $\frac{g_M}{\gamma}$ см³/(А*с) да ифодаланувчи шу металл учун константа қиймати; $i_k * \tau$ 1 м² қопланаётган юзага ҳисобланган ўтувчи ток миқдори.

Қопламани электролитик чўктиришда (4) тенгламадаги γ ўрнига қотишманинг зичлиги γ_{qot} қўйилади ва у

$$\gamma_{qot} = \gamma_1 * \gamma_2 / (\gamma_1 * N_2 + \gamma_2 * N_1) \text{ дан топилади.}$$

Бунда γ_1 ва γ_2 қотишма компонентлари зичлиги; N_1 ва N_2 қотишмадаги металлларнинг масса улушлари.

Электролизнинг давомийлиги. Электролиз давомийлиги кўрсатилмаган барча тажрибаларда у (4) тенглама бўйича ҳисобланади.

$$\tau = \frac{d\gamma 10^2}{g_M * i_k * \varphi}; \quad \tau = \frac{d\gamma 60 * 10^2}{g_M * i_k * \varphi}; \quad (5)$$

(5) формула бўйича ҳисобланган барабанлар ва қўнғироқли лаборатория электролизёрларида электролизнинг давомийлигини аниқлашда унинг қиймати 15–25% гача қоплама қалинлигининг, деталларнинг ўзаро ишқаланиши ва уларнинг бир меъёрга тўқилмаслиги туфайли камайишини кузатиш мумкин.

Ток бўйича чиқишни ҳисоблашда электролизнинг давомийлиги ҳам намуна сирти каби олинаётган чўкма массасининг 0,05 г дан кам бўлиши ҳисобидан топилади.

1.7 Қоплама сифатига ток зичлиги таъсирининг тезлаштирилган назорати

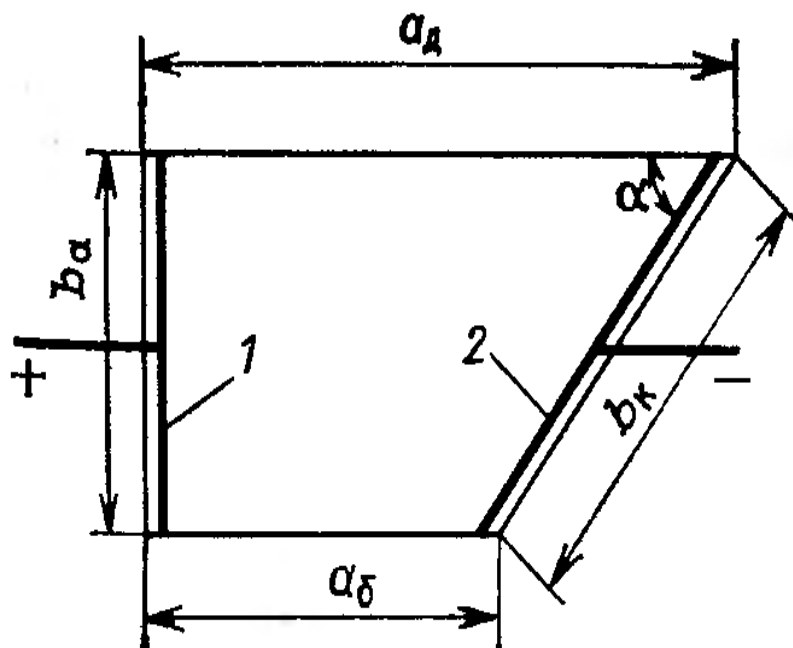
Хулл ячейкаси. Хулл ячейкаси қоплама ташқи кўринишини ток зичлигига боғлиқ равишда бир марта электролизни ўтказиш билан тезлаштирилган ҳолда баҳолашга асосланган.

Хулл ячейкаси типдаги электролизёрда ток зичлигини ҳисоблаш учун маълумотлар

Электролизёр тури		кичиги	каттаси
Электролизёрнинг ички ўлчамлари, мм (қуйидаги расм)	b_a	50	112
	a_d	130	212
	a_b	65	80
	b_k	105	127
	баландлиги	70	90
Катод ўлчамлари,	уzunлиги	100	125

мм		баландлиги	80	95
Катод юзасининг ишчи сатҳи, м ²			0,55	0,95
Эритма ҳажми, дм ³			0,25	1,0
x (см) нуқтадаги ток зичлиги i (А/м ²) ни ҳисоблаш тенгламаси			$i(0,51-0,524*\lg x)$	$i(0,326-0,34*\lg x)$
Фойдаланилган ток оралиғи, А			1-5	1-8
Ток учун ток зичлиги (А/м ²) нинг тахминий ҳисобланган қиймати	1 А	$x=1$	0,5	0,32
		$x=8$	0,04	0,025
	5А	$x=1$	2,5	1,6
		$x=8$	0,3	0,13

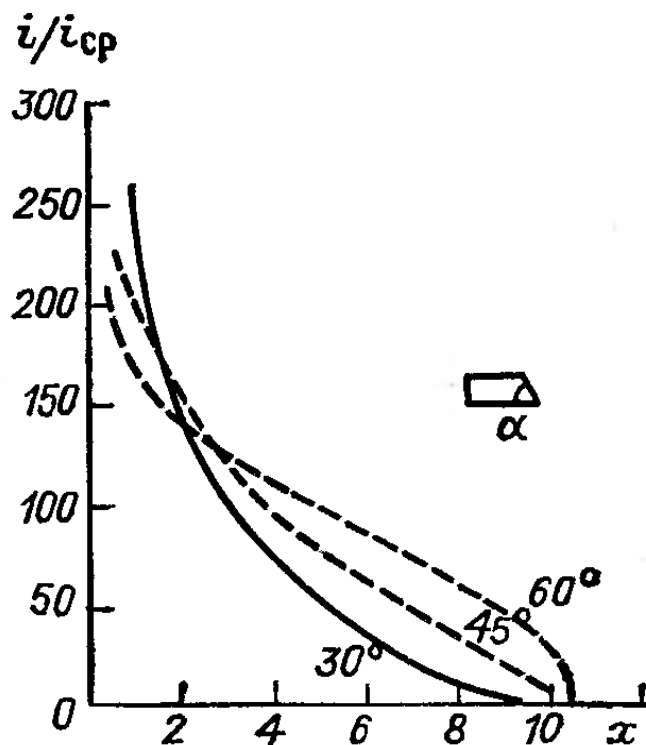
Бу электролизда электролитнинг ёйувчанлик қобилиятини ҳам аниқлаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади. Бурчак катодли электролизёр учун (қуйидаги расм) бирламчи ток зичлиги электродлараро масофага боғлиқлигининг чизиқли эмаслигини билиш мумкин.



Хулл ячейкаси схемаси:

1-анод; 2-пластина қўринишидаги катод; оғиш бурчаги $\alpha=39^\circ$

Қуйидаги расмда турли хил оғиш бурчаклари (30, 45, 60 °С) учун ток зичлигининг оғиш бурчаги α га боғлиқлиги кўрсатилган. Абциссалар ўқиға катод яқин қиррасидан ўлчанаётган катод участкасигача бўлган масофа x , ордината ўқи бўйича эса, катоднинг шу нуқтасида ток зичлиги (i) нинг токнинг ўртача зичлиги ($i_{\text{ср}}$) ўлчамсиз катталиққа нисбати кўрсатилган.



Бурчак катодли электролизёрда α бурчакка боғлиқ ҳолда бирламчи ток тарқалиши чизмаси

Расмдан кўриниб турибдики, катоднинг шу нуқтасида токнинг катод қиррасигача бўлган масофага боғлиқлиги тахминан оғиш бурчаги 45 °С бўлганда (аниқроғи 39 °С) чизиқли кўринишга эга бўлади. Бундан токнинг ихтиёрий нуқтадаги зичлигини баҳолашда ток тарқалишининг бирламчи ток бўйича чиқишининг ток зичлигига нисбатан кам ўзгаришини билиш мумкин.

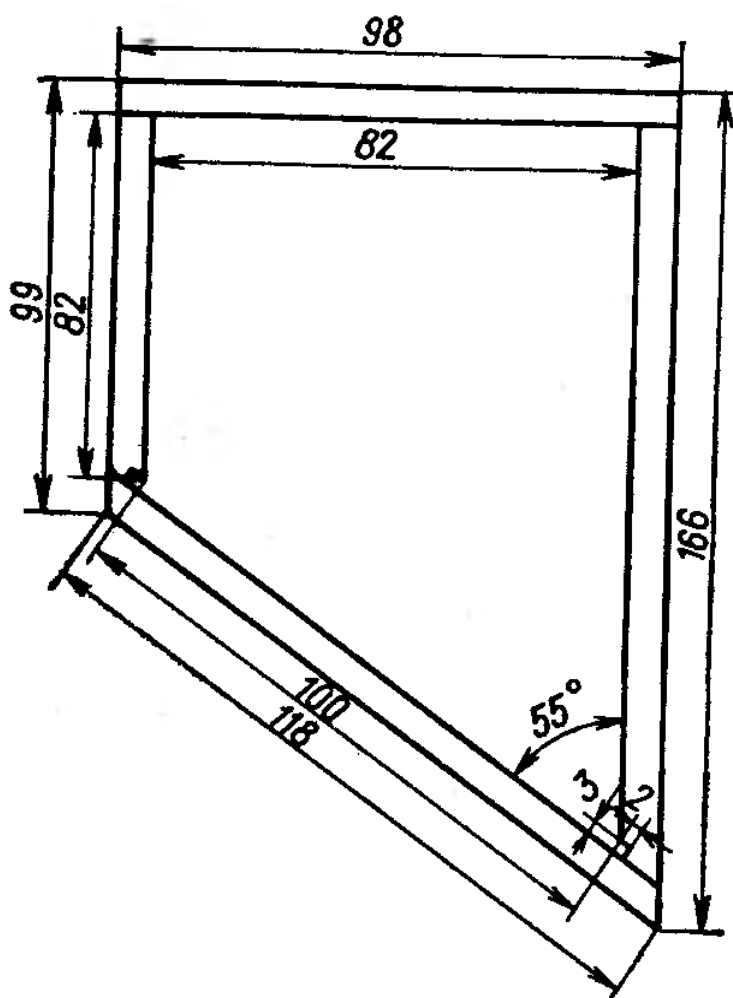
Хулл ячейкасида ток зичликларини ҳисоблаш учун маълумотлар 9-жадвалда келтирилган бўлиб, тенглама x нинг 0,8 дан 0,9 см оралиғида ҳақиқий ҳисобланади. Бунда қалинлиги 0,5 мм ли катоддан фойдаланилади. Ячейкада токнинг ўрганиб чиқиляётган оралиғида бўлиши таъминланади.

Агар ячейка сифими $0,25 \text{ дм}^3$ бўлса, $i_k=0,1$ дан 1 кА/м^2 ораликда текширилади, у ҳолда танланган ток $2-3 \text{ А}$, $i_{\text{урт}}$ қиймати эса $0,4-0,5 \text{ кА/м}^2$ бўлади

Электролит температурасининг ортишининг олдини олиш учун ток зичлигининг катта ҳажмий қийматлари туфайли электролизнинг давомийлиги чегараланган (4 дан 15 минутгача) бўлиши керак.

Олинган маълумотлар жадвал кўринишида расмийлаштирилади ва унда электролиз шароити, ячейка тури, ток қиймати, катоднинг турли участкалари учун ток зичлиги (x масофа), қопламанинг ташқи кўриниши ҳамда тажриба боши ва охиридаги эритма температураси, унинг давомийлиги кўрсатиб ўтилади.

Катодли чўкма сифатига ток зичлиги таъсирини аниқлаш учун бурчакли ячейка. Ток зичлигининг катодли чўкма сифатига таъсирини текшириш учун бурчакли ячейка қуйидаги расмда кўрсатилган.



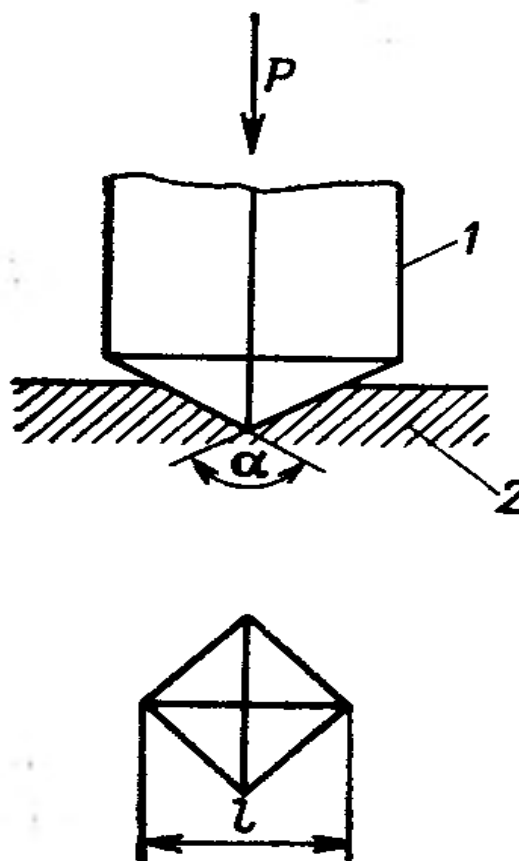
Йизма катодли бурчакли ячейка корпуси

Ячейка баландлиги 70 мм. 0,5 н ли $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ эритмасида аниқланган бу ячейкада токнинг бирламчи тақсимланиши:

Катод секцияси рақами	1	2	3	4	5
Ток, А	2,0	1,16	0,8	0,62	0,32

1.8 Микроқаттиқликни аниқлаш

Металлар ва улар қотишмаларининг микроқаттиқлигини ўлчаш ГОСТ 9450-76 бўйича олмосдан тайёрланган квадратни 0,049-4,9 Н кучланиш ёрдамида босиб туриш билан олиб борилади.



Микроқаттиқликнинг ўзгариш схемаси:

1-олмосли пойнак (учлик), 2-намуна.

Микроқаттиқликни аниқлаш қуйидагича олиб борилади:

Тўғри бурчак шаклидаги олмос учли пирамидага (V-расм) намуна 2 нинг силанаётган участкасига P юкланиш билан маълум вақт оралиғида

ботирилади. Юк олингандан кейин квадрат ҳолидаги намуна сиртида ҳосил бўлган изнинг диаметри ўлчанади.

$$\text{Микроқаттиқлик } H \text{ (Па): } H = \frac{2P \sin(\frac{\alpha}{2})}{l^2} = 1,8544 \frac{P}{l^2} \text{ га тенг.}$$

Бунда α -қирраси 136 °С га тенг бўлган пирамиданинг қарама-қарши қирралари орасидаги бурчак; l -из қолдирган ҳар икки диагоналнинг ўртача арифметик узунлиги, м.

Агар синалаётган материал бир жинсли бўлса, юкланиш унинг қалинлигига қараб танланади, бунда намунанинг минимал қалинлиги (қатламнинг) қолдирилган из диаметридан 1,5 марта катта, яъни $d=1,5l$ бўлиши талаб этилади. Учидаги бурчаги 136° бўлган пирамида учун унинг ботиш чуқурлиги h ва из диагонали орасидаги нисбат $h=0,143l$, яъни $d=10,5h$ бўлиши мумкин.

Асос метали ўлчаш натижаларига бирмунча хатолик билан таъсир кўрсатишида металл қопламанинг минимал қалинлиги асос ва қоплама қаттиқликлари нисбатига тенг бўлади. Агар асос қаттиқлиги қоплама қаттиқлигига тенг ёки ундан катта бўлса, $d>0,21l$ етарли ҳисобланади, акс ҳолда $d>2,9l$ бўлади. Бу ҳолида риоя қилинмаганда қаттиқлик қийматининг бирмунча оширилган ёки камайтирилган қийматига эга бўламиз. Олинган натижаларни таққослаш учун ўлчашларни ўзгармас юкланиш ёки из диагоналининг маълум ўлчамида олиб борилади. Қўшимча юкланиш P диагонали ўлчами 5–25 мкм из қолгунча ўзгартириб борилади. Изнинг ўлчами кичик бўлганлиги учун қоплама сирти силлиқ бўлиши керак. Шу мақсадда қоплама сирти механик ва сўнгра электр ёрдамида силлиқланади.

Микроқаттиқликни аниқлаш учун ПМТ–3 асбобидан фойдаланилади. Ўлчашни қулайроқ қилиш учун ўлчамлари унчалик катта бўлмаган, масалан, 2,0 x 2,0 ёки 1,5 x 1,5 см ли намуналар танланади. Микроқаттиқлик қуйидаги тартибда аниқланади. Аввал намуна пластилин ёрдамида, қўлда таглик ёрдамида иш столи сиртига қатъий параллел ҳолда мустаҳкамланади. Шундан сўнг юклаш механизмининг юқориги майдончасига керакли юк

ўрнатилади. Шундан кейин микроскоп ва микрометрик столча ёрдамида намунага укол қилиш жойи танланади ва столчани бемалол айлантриб, намуна олмос учли пирамида тагига жойлаштирилади. Арретир дастгоҳини аста-секин буриш билан шток туширилади ва олмосли пирамида 5 секунд давомида ботирилади. Дастакни айлантриш давомийлиги 10-15 секундни ташкил этади.

Олмосли пирамидани дастлабки ҳолатгача кўтариб, столча айлантририлади, намунадаги пирамида учи кирган жой микроскоп объективи тагига олиб борилади ва изнинг диагонали ўлчанади. Бунинг учун барабан нол ҳолатга келтирилади. Намунадаги из столча винти ёрдамида кесишиш жойига шундай келтириладики, бунда қопламанинг икки томони изнинг икки томонига жойлашиши керак. Шундан кейин кесишиш жойи изнинг бошқа икки томони билан мос тушгунга қадар айлантририлиб турилади ва барабандаги даражалаш сони белгилаб олинади. Бу қийматнинг бўлиниш даражасига кўпайтмаси изнинг ҳақиқий диагонал узунлигини беради.

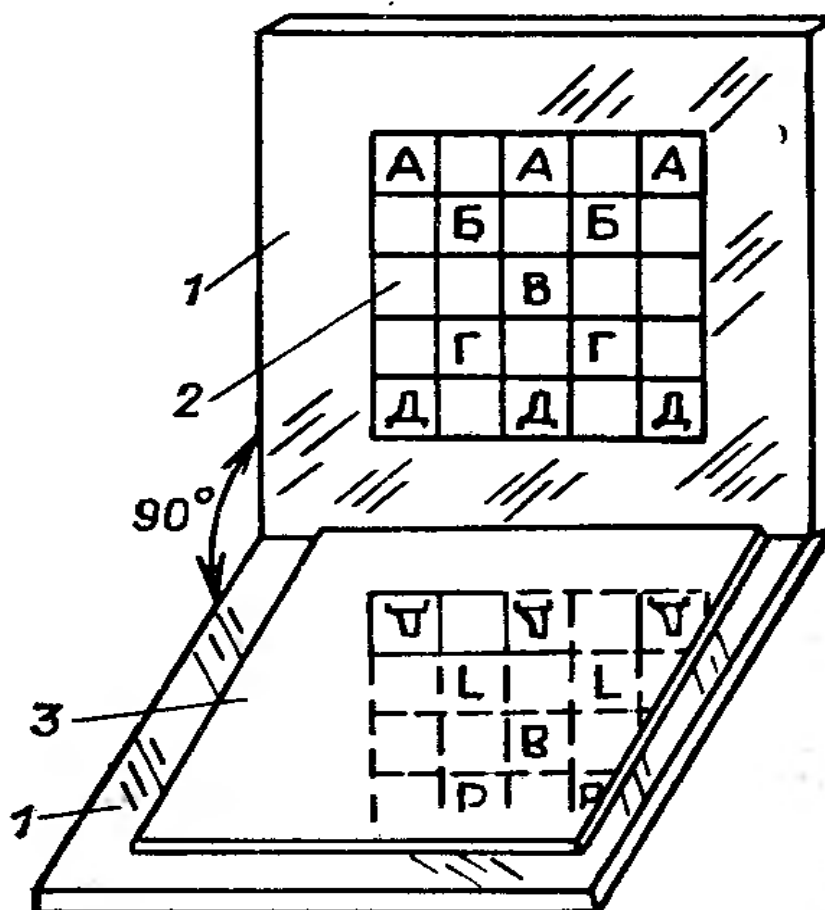
1.9 Қоплама ялтироқлигини ўлчаш

Метал қоплама ялтироқлиги (Б) кўзгули-қайтарилган J_0 ва диффузияли тарқоқ J_p ёруғлик интенсивликлари нисбати билан характерланади ва куйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$B = \frac{J_0}{J_0 + J_p} = \frac{J_0}{J_c}$$

Бунинг максимал қиймати бирга тенг бўлиб у шартли равишда $J_0 = J_c$ га мос келади. Кўзгудай қайтарувчан намуна ва унга параллел равишда эталон билан ёруғлик оптик ва фотоэлектрик (фотоэлемент) асбоб билан ушлаб қолинади. Ёруғликни қайтариш коэффиценти (К, %) $K = \frac{J_{\text{namuna}}}{J_{\text{etalon}}}$ нисбати бўйича аниқланади, эталон кумуш ёки алюминийли кўзгудан иборат.

Ялтироқликни аниқлаш учун ФБ-2, ФНШ-56м, ФМ-89м, ФН-59, ФО-1 ва бошқа асбоблардан фойдаланилади.



Қоплама ялтироқлик даражасини аниқлаш учун мослама: 1–органик шишадан тайёрланган таглик; 2-чизма; 3-намуна.

Химоя-декоратив қопламаларнинг ёки силлиқланган намуналарнинг ялтироқлигини сифатли анализ қилиш усули синалаётган сирт (камида 20x20 мм ли) расми ёки қайтариш турининг яққол кўриниши билан баҳоланади. Бу мослама органик шишадан тўғри бурчак остида қайрилган мослама бўлиб, ўлчами намуна сиртига мос келади. Вертикал сиртга ватманда тайёрланган тўр ёки расм ёпиштирилади. Тўр-кора тусда, ярим қалинликдаги универсал шрифт-Х14 эса рангли тусда чизилади. Намуна мосламанинг горизантал сиртига, вертикал сиртга эса расм билан бирга жойлаштирилади.

Ялтироқлик даражаси мосламадан 30 см масофада ўтириб, унга чап ва орқа томондан тушаётган ёруғлик бўйича баҳоланади. Қопламанинг ялтироқлик даражаси қуйидагича баҳоланади:

а) кўзгули қоплама – расмдаги тасвирнинг аниқлиги кўзгудаги тасвирга мос келади (эталон);

б) ялтироқли қоплама – расмнинг тасвири аниқ, лекин унинг юқориги тасвири бирмунча хиралашган;

в) ярим ялтироқли қоплама – расмнинг тасвири аниқ эмас;

г) ялтироқ бўлмаган қоплама – расмнинг тасвири намунанинг фақат яқин қисмида сезиларли билинади.

1.10 Титан қотишмали қопламаларнинг ғоваклигини аниқлаш

Бу қопламалар учун очиқ ғовакликлар хос эмас. Шунинг учун юқорида кўриб ўтилган усуллар бундай ғовакликларни аниқлаш учун ярамайди. Шунинг учун емирилишга чидамли бўлган хромли қопламалар учун махсус усуллардан фойдаланилади.

Контактли из қолдириш усули қопламага паста билан ишлов бериш ва шундан кейин қоплама сиртини фотоқоғозга туширишга асосланган.

Паста таркиби қуйидагича: натрий сульфит 15 мл, талк 10 г, глицерин 2 томчи. Ғоваклиги катта бўлмаган қотишмалар учун 20 % ли, ғоваклиги катта бўлган қопламалар учун 50 % ли натрий сульфидидан фойдаланилади.

Аниқ нусха олиш учун паста канал ва ғовакликларда зич жойлаштирилади ва уларнинг орасидаги горизонтал майдончалардан тўлиқ чиқариб юборилади. Қоплама ғоваклиги горизонтал майдончалар (плата)ларни ҳисоблаш йўли билан аниқланади ва ғовакчаларнинг хромли қотишманинг сирт бирлигига тўғри келадиган сони даражалаш графиги бўйича аниқланади.

Мой шимувчанлик усулида шимдирилаётган ёғ (№ 2 цилиндри ёки русуми МС бўлган авиацияли идишда) массаси аниқланади. Ўлчаш учун олинган намуна 60-90 дақиқа давомида 80 °С температурада ёғда шимдирилиб, сўнгра пахта билан ёғли плёнка артиб олинади ва қайтадан тортилади. Ҳисоблашлар учун абсолют ёғ сиғими ҳисобланади ва унинг асосида даражалаш графиги қурилади.

1.11 Қопламанинг коррозияга бардошлигини аниқлаш

Қопламаларнинг коррозияга бардошлилиги улардан табиий шароитда фойдаланишда ҳам, тезлаштирилган синов тажрибаларида ҳам аниқланади.

Табиий шароитда фойдаланилганда ишончли натижаларни олиш мумкин. Лекин бундай синовларнинг давомийлиги узок вақтга чўзилиб кетади. Бундан ташқари табиий шароитдаги синаш ишларида ҳарорат, ҳаво намлиги, қуёш радиациясини бир меъёрга ушлаб туриш қийин бўлиб, бу омиллар қопламаларнинг коррозияланишига сезиларли таъсир кўрсатади. Шунинг учун кўпчилик ҳолларда у ёки бу қопламаларнинг коррозияга бардошлилигини тезлаштирилган синовлар ёрдамида олиб борилади.

Энг содда усуллардан бири ботириш усули ҳисобланади. Бу усулда қопламали детал маълум вақт сувга, 3-5 % ли ош тузи эритмасига, таркиби денгиз сувига яқинлаштирилган ва бошқа эритмаларга ботирилади. Бунда ҳарорат ва эритма сатҳи бир меъёрга ушлаб турилади. Намуналар тик ҳолатда тўлиқ эритмага ботирилади. Улар бир-бирига ва идиш тагига тегмаслиги керак. Эритмалар даврий равишда алмаштириб турилади. Синов ишларини тезлаштириш учун эритмани аралаштириб туриш керак.

Ботириш усулларида бирида намуналар махсус қурилмага маҳкамланиб даврий режимда агрессив муҳитли эритмага ботирилади. Ишончли натижалар олиш учун синалаётган 1 см² юзага 30-50 мм эритма тўғри келишини ҳисобга олиш керак.

Коррозиялаш камерасидаги синовларда ҳавонинг намлиги, ҳарорати ўзгартирилиб турилади, саноат тузларининг сунъий атмосфераси ҳосил қилинади, жумладан SO₂ гази, турли газли туман ҳосил қилиниб пуркалади. Намуналар камерага пуркалаётган суюқлик оқими уларга тегмайдиган қилиб ўрнатилади.

Пуркалаётган эритмалар сифатида кўпинча 3-5 % ли натрий хлорид эритмасидан фойдаланилади. У ҳавонинг намлиги, ҳарорати ва ундан фойдаланишнинг иқлим шароитига қараб танланади.

Коррозия синовларининг алоҳида турига қопламаларни тропик иқлимли камерада коррозияга чидамлилигини аниқлаш ҳисобланади, бунда ҳароратнинг кескин ўзгариши, ҳаво намлиги, радиация ва бошқа омилларнинг сутка давомида ўзгариб туриши табиий шароитга

яқинлаштириб олинади. 46 г/л ли глицерин эритмаси солинган камерада 96-98 % ли нисбий ҳаво намлиги ушлаб турилади ва олтингугурт (IV) оксидли атмосфера натрий сулфитни сульфат кислотага аралаштириб ҳосил қилинади. Камера сутка мобайнида ишлайди.

Пўлатга чўктирилган магний қотишмаларининг химоявий-декоратив коррозияга чидамлилигини аниқлаш учун пўлат ва рух қотишмасида таркиби қуйидагича бўлган тузли туман яхши натижаларни беради (CASS усули): масса бўйича 5 % ли натрий хлорид, 1 грамм мис хлорид, музли сирка кислота (рН қиймати $\leq 3,0-3,2$ бўлган), 95 % дистилланган сув олиниб, синовлар 50 ± 1 °С да олиб борилади. Тўйинган эритма ҳарорати ҳар доим 57 ± 3 °С, ҳаво босими 105 ± 7 кПа бўлган идишдан камерага узатиб турилади. Эритма $1,5 \pm 0,5$ мм*соат/см² тезликда берилади. Камеранинг 80 см² юзасига эритма сарфи 1-2 мл ни ташкил этади. “Корродкот” усулидаги синовлар ишончли натижаларни беради. Бу усулда асосан пўлат ва рухли қопламаларга суркалган мис – никел – хромли қопламаларнинг коррозияга бардошлилиги аниқланади. Синовлар таркибида 0,99 г темир хлориддан, 0,21 г мис нитратдан, 6,0 г алюминий хлориддан, 180 г каолиндан ва 300 г дистилланган сувдан иборат бўлган махсус пастани қўйиш билан олиб борилади. Пастани тайёрлашда каолин 250 мл сувда, бошқа таркибий қисмлар 50 мл сувда эритилади. Ҳар икки эритма битта идишга қуйилади ва паста ҳосил бўлгунча аралаштирилади.

Қалинлиги 50 мкм бўлган паста чўтка ёрдамида ёғсизлантирилган намуналар сиртига суртилади, сўнггра хона ҳароратида 1 соат давомида (80 °С да 15-30 дақиқа) 40–50 % ли нисбий намликда қурилади. Синовнинг давом этиши 16-20 соатни ташкил этади.

Синовдан кейин намуналар кўриб чиқилади. Сарик доғлар ҳосил бўлган жойлар коррозия ўчоғи ҳисобланади. Шундан сўнг намуналар сиртидаги паста совуқ сувда ювилади ва яна кузатилади. Коррозия излари мавжуд бўлмаса, паста яна қайтадан суркалади ва жараён қайтарилади.

2-БОБ. ТИТАН ҚОТИШМАЛАРИНИ ҲОСИЛ ҚИЛИШ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА УЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ

2.1 Кукун металлургияси ҳақида асосий маълумотлар

Кукун металлургияси усуллари билан суюлтирилганда бир-бирида эримайдиган металллардан, шунингдек қийин эрийдиган ва ўта тоза металллардан қотишмалар олиш мумкин. Кукунли металлургияда заготовкalar, шунингдек, аниқ ўлчамли турли деталлар тайёрланади. Кукунли металлургия ғовак материаллар ва улардан деталлар, шунингдек, иккита (биметаллар) ёки турли металллар ва қотишмаларнинг бир неча қатлами кўринишидаги деталлар тайёрлаш имконини беради. Кукунли металлургия усуллари оташга чидамлилиги, ейилишга чидамлилиги юқори, каттиқлиги катта, белгиланган барқарор (магнит хоссали, шунингдек алоҳида физик-химиявий, механик ва технологик хоссали - деталлар олиш имконини беради. Бундай деталларни қуйишва босим остида ишлаш йули билан олиш мумкин эмас.

Кукун материаллардан детал ва буюмлар олиш процесси металл кукунини тайёрлаш, улардан шихта тузиш, пресслаш, заготовкани пиширишдан иборат. Металл кукунлари механик ва физик-химиявий усуллар билан олинади.

Механик усулларда кукунлар қаттиқ металлларни майдалаб, суюқ металлларни эса химиявий таркибини ўзгартирмасдан тўзитиб ҳосил қилинади. Мўрт қаттиқ материалларни майдалаш учун шарли, уярма ва вибрацион тегирмонлардан фойдаланилади. Ишлов бериладиган материал пўлат ёки чуян шарларнинг зарбий ёки ишқаловчи таъсири билан майдаланади. Металл кукунларни механик усуллар билан олишда уларнинг ифлосланишини ҳисобга олиш зарур.

Шарли тегирмон пўлат барабандан иборат бўлиб, унга майдаловчи шарлар ва майдаланадиган материал солинади. Шарли тегирмонда олинган кукун зарралари 100—1000 мкм ўлчамли нотўғри купёқлик кўринишида бўлади. Уярма тегирмонларда майдалаш шарли тегирмонларга нисбатан

тезроқ кечади. Уюрма тегирмонининг камерасида иккита паррак бўлиб, карама-қарши томонларга айланиб, ўзаро кесишувчи ҳаво оқимлари ҳосил қилади. Камерага солинган материал (сим булаг, қиринди, қийқимлар ва бошқа майда булакчалар) ни ҳаво оқими илаштириб олиб кетади, улар ўзаро бир-бирига урилиб 50 дан 200 мкм гача ўлчамли зарраларга майдаланади. Ҳосил бўлган заррачалар тарелка кўринишида, четлари аррасимон бўлади.

Мўрт металл карбидлари ва оксидларидан майин кукунлар олиш учун вибрацион тегирмонлардан фойдаланилади. Вибротегирмонлар энг унумли бўлиб, уларнинг иши пўлат шар ва цилиндрларнинг тегирмон барабанининг катта частотами айланма тебранма ҳаракати туфайли майдаланадиган материалга юқори частота билан таъсир қилишига асосланган.

Қалай, қўрғошин, алюминий, мис, титан, шунингдек темир ва пўлат кукунларини олиш учун ҳаво, сув, бур ёки инерт газлар кинетик энергияси билан суюқ металлни тўзитиш усулидан ҳам фойдаланилади. Олинган кукун зарралари 50—350 мкм ўлчамли бўлиб, сферик кўринишга яқин.

Физик-химиявий усуллар билан кукунлар олишда бошланғич материалнинг химиявий таркиби ва хоссалари ўзгаради. Металларни оксидлардан химиявий қайтариш, суюлтирилган тўзларни электролиз қилиш, карбонил ва гидрогенизация усуллари асосий физик-химиявий усуллар ҳисобланади.

Оксидлардан материалларни химиявий қайтариш газсимон ёки қаттиқ қайтаргичлар билан амалга оширилади. Газсимон тиклагичлар сифатида табиий, домна газлари, карбонат ангидрид, шунингдек водород кенг қўлланилади. Химиявий қайтариш натижасида ҳосил бўладиган ғовак металл масса майдаланади. Кукун олишнинг физик-химиявий усуллари ичида бу усул энг арзон ҳисобланади. 1 —100 мкм ўлчамли дендрит кўринишдаги тоза ва нодир металллар (тантал, титан, цирконий ва бошқалар) нинг кукунлари суюлтирилган металл тузларини электролиз қилиш усули билан олинади. Электролиз усули ифлосланган хомашёдан тоза кукунлар олиш имконини беради. Карбонил усули 1-800 мкм ўлчамли сфероид кўринишдаги магнитли

темир, никел, титан ва кобальт кукунларини олиш имконини беради. Бу усул билан олинган маҳсулот 200-300 °C температурада металл кукуни ва углерод оксидига парчаланади. Гидрогенизация усули асосида кальций гидрати билан хромни қайтариш ётади. Бунда ҳосил бўлган оҳак сув билан ювилади, металл кукуни эса 8—20 мкм ўлчамли дендритлардан ташкил топади.

Физик-химиявий усуллар билан олинган кукунлар майда дисперсли ва тоза ҳисобланади. Зарралари ўлчамига кўра кукунлар гранулометрик таркиби бўйича 0,5 мкм гача ўлчамли ультрамайда, 0,5—10 мкм ўлчамли жуда майда, 10—40 мкм ўлчамли майда, 40—150 мкм ўлчамли ўртача майда ва 150—500 мкм ўлчамли йирик хилларга бўлинади.

Тўкилиш массаси, оқувчанлик, прессланувчанлик ва пишувчанлик кукунларнинг асосий технологик характеристикалари ҳисобланади.

Тўкилиш массаси эркин тукилган 1 см³ кукуннинг граммларда ўлчанган массасидир. Агар кукун ўзгармас тўкилиш массасига эга бўлса, пиширилганда унинг ўзгармас киришувчанлиги таъминланади. Олиниш усулига қараб, битта кукуннинг тўкилиш массаси турлича бўлиши мумкин. Ҳоваклиги юқори бўлган буюм тайёрлаш учун тўкилиш массаси кичик бўлган кукундан, асбоб ва машиналарнинг турли деталларини тайёрлашда эса тукилиш массаси катта кукунлардан фойдаланиш лозим.

Оқувчанлик — кукуннинг қолипни тўлдира олиш қобилиятидир. У маълум диаметрли тешик орқали кукуннинг ўтиш тезлиги билан характерланади. Кукун зарраларининг ўлчами камайиши билан унинг оқувчанлик ёмонлашади. Кукуннинг қолипни бир текис тўлдириши ва пресслашда зичланиш тезлиги кўп жиҳатдан оқувчанликка боғлиқ.

Прессланувчанлик — ташқи нагрузка таъсиридан кукуннинг зичланиш хоссасидир, у прессланган кукун зарралари ўзаро қанчалик мустаҳкамлашганлигини характерлайди. Прессланувчанлик материалнинг пластиклиги, кукун заррасининг ўлчами ва шаклига боғлиқ бўлади. Кукун таркибига сиртқи актив моддалар қушилиши билан уларнинг прессланувчанлиги ортади.

Пишувчанлик дейилганда прессланган заготовкани термик ишлаш натижасида заррачаларнинг илашиш мустаҳкамлигини тушунилади.

Шихтани тайёрлаш. Маълум химиявий ва гранулометрик таркибдаги ҳамда технологик хоссаларга эга бўлган кукунларнинг дозаланган порциялари барабанларда, тегирмонларда ва бошқа курилмаларда аралаштирилади. Шихтани бир текис аралаштириш зарурати туғилса спирт, бензин, глицерин ва днстиланган сув қўшилади. Баъзан аралаштириш процессида турли вазифани ўтовчи технологик қўшилмалар қўшилади: прессланишнинг енгиллаштириш мақсадида пластификаторлар (парафин, стеарин, глицерин ва бошқалар), керакли ғовакликка эга бўлган буюмлар олиш учун осон суюқланидиган қўшилмалар, учувчи моддалар қўшилади.

Заготовка ва буюмларни шакллантириш. Кукунлар совуқлайин ёки иссиқлайин прокатлаш ҳамда бошқа усуллар билан прессланади.

Совуқлайин пресслашда прессформа матричасига шихта солинади ва иш пуансони билан прессланади. Босим олингач, буюм суриб чиқарувчи пуансон билан матрицадан чиқарилади. Пресслаш жараёнида кукун заррачалари эластик ва пластик деформацияланади. Бунда кукун заррачалари орасидаги жипслашиш ортади, ғоваклик камаяди. Бу эса керакли шакл ва мустаҳкамликдаги заготовка олиш имконини беради. Заготовка гидравлик ёки механик (эксцентрикли, кривошипли) прессларда прессланади. Пресслаш босими кукун таркиби ва буюм вазифасига кўра 200—1000 МПа бўлади.

Автоматик ҳаракатланадиган пресслар кенг тарқалган. Қабул қилувчи бункер 1га солинадиган шихта ўз оғирлиги билан тўлдирувчи шлангга ўтади. Шланг пресс-қолип устида тугайди, у пресс столи бўйлаб сурилиши мумкин. Пастки суриб чиқарувчи пуансон вазияти тўкиладиган кукун миқдорини белгилайди, яъни ушбу ҳолда пресс-қолипни тозалаш ва уни тўлдириш бир вақтда бажарилади. Пресс-қолип тўлгач, шланг четга сурилади ва юқори иш пуансони билан кукунни қисиш имконияти туғилади. Заготовка пастки пуансон билан суриб чиқарилади, қолипни яна тўлдириш учун шланг

сурилади, заготовка бир йўла столдан махсус новга суриб туширади. Бундай пресслар баъзан бир неча пресс-қолип ўрнатилган айланувчи столлар билан жиҳозланади. Автоматик прессларнинг иш унуми бир соатда бир неча минг заготовка чиқарадиган даражада бўлиши мумкин.

Иссиқлайин пресслашда пресс-қолипта буюм шакллантирилибгина қолмай, пиширилади ҳам, бу эса физик-химиявий хоссалари юқори бўлган ғоваксиз материал олиш имконини беради. Иссиқлайин пересслашни вакуумда, химоя қилиш ёки қайтариш атмосферасида, кенг температура оралиғида (1200—1800 °С), совуқлайин пресслашга нисбатан анча паст босимда бажариш мумкин. Одатда, куқунлар керакли температурагача қиздирилгач босим остида сиқилади. Бу усуллардан кийин деформацияланадиган металлар (боридлар, карбидлар ва бошқалар) дан буюмлар тайёрлашда фойдаланилади.

Металл куқунларини прокатлаш совуқлайин ёки иссиқлайин деформациялаш усули билан тасма, сим, полоса кўринишидаги буюмлар олишнинг ўзлуксиз процессидир. Прокатлаш вертикал, қия ва горизонтал йуналишларда бажарилади. Вертикал ҳолатда прокатлаш буюмни шакллантириш учун энг яхши шароит ҳисобланади. Аввалига куқун бункердан айланма сиқувчи валиклар орасидаги тирқишга тушади, заготовка ҳолига келтириш учун қисилади, сўнгра пишириш учун печга йўналтирилади, кейинчалик тоза валикларда прокатланади. Прокатлашда куқун ҳажми бир неча марта кичраяди. Тасмани прокатлашда валик диаметрининг тасма қалинлигига нисбати 100:1 дан 300:1 гача бўлиши керак. Куқунларни прокатлаш тезлиги қўйма металларни прокатлаш тезлигига нисбатан анча кичик бўлиб, куқуннинг оқувчанлиги билан чекланади. Шунинг учун айланувчи валиклар сиртининг чизиқли тезлиги металл куқуннинг бункердан чиқиб, валиклар орасидаги тирқишга сурилиш тезлигидан кичик бўлиши керак. Прокатлаш усули билан бир ва кўп қатламли буюмлар, қалинлиги 0,025—3 мм, эни 300 мм гача бўлган тасмалар, диаметри 0,25 мм ва ундан катта бўлган симлар ва ҳакозолар олиш мумкин.

Процесснинг узлуксизлиги уни автоматлаштиришни ҳамда юқори унумдорлигини таъминлайди.

Детал ва буюмларга керакли мустаҳкамлик ва қаттиқлик бериш учун улар пиширилади. Пишириш операцияси буюмни асосий компонент суюқланадиган температуранинг 0,6—0,8 қисмига қадар қиздириш ва шу температурада маълум вақт ушлаб туришдан иборат. Пишириш қаршиликли электр печларда индукцион қиздириш ёки бевосита пишириладиган буюм орқали ток ўтказиш йўли билан амалга оширилади. Металл кукунлар оксидланмаслиги учун пишириш аргонли, гелийли муҳитларда, вакуумда ёки водород муҳитида бажарилади. Тоб ташламаслиги учун юпка ва ясси деталлар босим остида пиширилади. Буюмларга узил-кесил шакл ва аниқ ўлчамлар бериш учун улар пардозлаш жараёнидан ўтказилади; калибрланади, кесиб ишлов берилади, химиявий термик ишланади, электрофизик усуллар билан керакли ўлчамига етказилади, қайта прессланади.

Калибрлаш прессланган буюмни пресс-қолипдаги мос қирқимли тешикдан сиқиб ўтказишдан иборат. Калибрлаш натижасида буюмнинг ўлчамлари аниқлашади, сирти силлиқланади, ғоваклиги камаяди.

Прессланган заготовкалардан мураккаб шаклли деталлар (чўзиш учун толалар, қаттиқ қотишмали қистирмалар, штампларнинг матрицалари ва хоказолар) олиш; ички ва ташқи резбалар қирқиш; диаметри кичик, лекин чуқур тешиклар олиш учун уларга кесиб ишланади.

Химиявий термик ишлаш (азотлаш, хромлаш, цианлаш ва хоказо) металллардаги каби бажарилади. Ғовакликнинг мавжудлиги, демак, ёйилган сиртнинг мавжудлиги химиявий термик ишлаш процессини актив амалга ошириш имконини беради.

Электр учунли ва электр импульсли электрофизик усуллар мураккаб шаклли деталлар олиш учун қўлланилади. Электр учкунли усулда ишлаш моҳияти иккита электрод орасида электр импульсли учкунли разряддан фойдаланишдан иборат. Бунда ишлов бериладиган заготовка анод, асбоб,

катод вазифасини ўтайди. Электр импульсли усулда ишлашда электродларни улашда тескари кутблиликдан фойдаланилади. Бу усуллар ток ўтказувчи электродлар орқали импульсли электр токи ўтказилганда уларнинг эрозияланишига (емирилишига) боғлиқ. Ҳосил бўлган разряд туфайли ишлов бериладиган заготовка-электрод сиртида жуда қисқа вақт оралиғида температура 10000-12000°C гача кўтарилади, шу онда металл суюқланади ва бўғланади. Заготовкадан ажралиб чиққан металл диэлектрик суюқлик муҳитида зарралар кўринишида қотади.

Қайта пресслаш усулидан мураккаб шаклли деталлар олишда фойдаланилади. Қайта пресслаш натижасида заготовканинг керакли ўлчамлари ва шакли таъминланади. Биринчи марта прессланганда заготовканинг шакли оддий, ўлчамлари тахминий бўлади.

2.2 Қаттиқ қотишмалар ва минерал-керамика

Қаттиқ қотишмалар қаттиқлиги, мустаҳкамлиги, ейилишга чидамлилиги, оташга чидамлилиги юқори бўлган қийин эрийдиган карбидлар асосида тайёрланади. Қаттиқ қотишмаларнинг бу хоссалари улар 800—1000 °C гача қиздирилганда ҳам сақланади. Ишлаб чиқариш усулига кўра қаттиқ қотишмалар қуйма ва металл-керамик хилларга бўлинади. Металл-керамик қотишмалар вольфрам, титан ва тантал карбидлари куқунларини кобальт билан бирга пишириб олинади. Кобальт қотишмаларга қовушоқлик бериш учун қўшилади.

Қуйма қаттиқ қотишмалар махсус электродлар (ГОСТ 10051—75) кўринишида, асбоб ёки деталга суюлтириб ёпиштиришга яроқли ҳолда тайёрланади. В2К, В3К қотишмалари (стеллитлар), сормайт қуйма қотишмаларга киради. Стеллитлар вольфрам, хром ва кобальт асосидаги қотишмалардир. Бу қотишмалар штамплар, металлни қирқиш пичоқлари, токарлик станокларининг марказлари каби янги ёки ёйилган детал ва асбоблар сиртига суюлтириб қопланади. Қотишмалар ацетилен-кислородли алангада ёки электр ёйи алангасида суюлтирилади. Суюлтирилган стеллит қатлами қаттиқ эритма ва хром карбидидан ташкил топган эвтектика

структурасига эга бўлади. Суюлтириб қопланган қатламнинг совитилиш тезлиги қанча катта бўлса, унинг механик хоссалари шунча юқори бўлади, чунки бунда зарралар майдароқ бўлади. Суюлтириб қопланган қатламга термик ишлов берилмайди. Қаттиқ қотишмалар суюлтириб ёпиштириладиган деталлар ёки асбоблар углеродли пўлатдан тайёрланади, бу билан қиммат турадиган легирланган пўлатлар тежалади. Юқорида қайд қилинган қотишмаларни пўлат деталларга ҳам, чўян деталларга ҳам суюлтириб қоплаш мумкин.

Қуйма қаттиқ қотишмаларга темир хромли асосдаги юқори углеродли хромли қотишмалар, яъни сормайтлар ҳам киради. Улар бирламчи карбид ва эвтектика структурали (№1 сормайт) эвтектикадан кейинги юқори хромли чўяндан ёки перлит ва карбидли эвтектика структурали (№2 сормайт) эвтектикадан олдинги оқ чўяндан иборат бўлиши мумкин. Сормайтлар 5—7 мм диаметрли чивиклар кўринишида ишлаб чиқарилади ҳамда нормал ва юқори температураларда ишталаниш шароитида ишловчи чўян ва пўлат детал ҳамда асбобларга суюлтириб қоплашда ишлатилади. №1 сормайт суюлтирилиб қопланган қатлам қаттиқлиги ВДС 48—50 бўлади. Унга термик ишлов берилмайди. №2 сормайт суюлтириб қопланган қатлам 850-900°С температурада юмшатиладиган, мойда тобланади ва юқори температурада бўшатилади. Қуйма қаттиқ қотишмалар билан қопланган детал ва асбобларнинг пухталиги 12 ва ундан ҳам кўп марта ортади. З а р р а д о р (ёки кукунсимон) қаттиқ қотишмалар кукун кўринишида ёки заррасининг ўлчами 1—3 мм ли зарралар кўринишида тайёрланади. Зарралар қотишмаларга сталинит киради ва улар қишлоқ хўжалик машиналари деталларининг, пармалаш исканаларининг ейилишига чидамлилигини ошириш учун стеллитлар ўрнига ишлатилади. Сталинит таркибида 8 % С, 13% Мп, 3 % Тi, 18 % Сг ва бошқалар бўлади. Заррадор қотишмалар трубасимон электродни тўлдиргич сифатида ёки суюлтириб ёпиштириладиган кукун сифатида ишлатилади. Суюлтириб ёпиштириш турли усуллар билан, кўпинча электр ёйи ёрдамида пайвандлаш усули билан бажарилади.

Металл-керамик қаттиқ қотишмалар вольфрам (WC), титан (TiC), тантал (TaC) карбидлари билан металл кобальт (Co) нинг қаттиқ эритмасидан иборат. Металл-керамик қотишмалардан ясалган буюмлар металл қирқиш асбоби (кескич, парма, фреза, развертка) нинг иш қисмига ёпиштириш учун пластинка кўринишида ишлаб чиқарилади.

Металл-керамик қаттиқ қотишмалар (ГОСТ 3882—74) учта: вольфрамли, титан-вольфрамли, титан-тантал-вольфрамли группаларга бўлинади.

Вольфрамли қаттиқ қотишмалар (масалан, BK3, BK3M, BK6, BKД BK3B ва бошқалар), чўян, бронза, фарфор, ойна каби мўрт материалларга ишлов беришда қўлланилади. Оқартирилган чўян, оташга чидамли пўлат, пластмассаларга тозалаб ва қисман тозалаб ишлов берувчи кесувчи асбоблар BK6M қотишмаси билан қопланади. Пармалаш, чўзиш, оташга чидамли ва зангламайдиган пўлатларни хомаки йўниш асбоблари BK8M қотишмаси билан қопланади. Қотишма маркаси охиридаги В ҳарфи у йирик заррали эканлигини, М ҳарфи эса майда заррали эканлигини билдиради.

Майда ва йирик заррали вольфрамли юқори кобальтли BK20, BK25, BK30 каби қаттиқ қотишмалар ҳамда мустаҳкамлиги ва зарбий қовушоқлиги юқори бўлган янги қаттиқ қотишмалар BK15B, BK20B, BK25B зарбий нагрузка шароитида ишловчи қаттиқ қотишмали штамплар тайёрлашда ишлатилади. Қаттиқ қотишмали штампларнинг пухталиги пўлат штампларникига қараганда 30-50 марта катта бўлади, бу эса катта иқтисодий самара беради.

Титан-вольфрамли қаттиқ қотишмалар (T5K10, T15K6, T30K4) пўлат, латун каби қовушоқ материалларга ишлов бериш учун мўлжалланган. Масалан, хомаки йўнувчи, шунингдек, пўлатнинг сиртини ва куйинди ҳосил бўлган қисмини (шу жумладан пўлат поковкалар, штампланган заготовка ва куймалар ҳам) хомаки ва тозалаб рандаловчи кесувчи асбоблар T5K10 қотишмаси билан қопланган.

Титан-тантал вольфрамли қаттиқ қотишма (ТТ7К12 ва ТТ1058Б) лар пўлат поковкаларга хомаки ишлов беришда қўлланилади. Бу қотишмаларнинг қовушоқлиги, ейилишга чидамлилиги ва мустаҳкамлиги ($\sigma_b=1550\text{МПа}$) қаттиқ титан-вольфрамли ва вольфрамли қотишмаларникига нисбатан юқори бўлади.

Масалан, вольфрамли қотишманинг ВК8 маркаси унинг таркибида 92% вольфрам карбиди, 8% кобальт бўлишини билдиради. Т30К4 титан-вольфрамли қотишмада тантал ва титан карбидларининг умумий миқдори тахминан 7 %, кобальт 12 %, қолгани (81 %) вольфрам карбидидан иборат. Қаттиқ қотишмаларнинг қолган маркалари ҳам шундай маркаланади.

Пластификацияланган қаттиқ қотишмалар парма, зенкер, развёртка каби мураккаб шаклдаги асбобларни, шунингдек қаттиқ қотишмалар билан жиҳозлаш қийин бўлган кичик ўлчамли асбобларни тайёрлашда ишлатилади. Пластификацияланган қаттиқ қотишма деб, 400 °С температурада қайнаб турган парафинга ботирилиб совиғач, у билан бир жинсли масса ҳосил қилувчи прессланган кукунга айтилади. Пластификацияланган қаттиқ қотишмадан тайёрланган брикетларга осонгина қилиб ишлов бериш, пресслаш ва шаклдор фильералардан сиқиб чиқариш мумкин. Бу усуллардан биронтаси билан тайёрланган асбоб махсус печларда 1300 °С температурада пиширилади. Пиширилган зарур қаттиқликка эришган асбобга ўзил-кесил ишлов берилади ва йўнилади. Пластификацияланган қаттиқ қотишмадан тайёрланган кесувчи асбоб, қаттиқ қотишма билан жиҳозланган асбобга қараганда буюмларнинг ишланган сиртларининг сифатли бўлишини таъминлайди.

Минерал-керамика – техник глинозем (Al_2O_3) асос қилиб олинган синтетик материалдир. Ҳозирги вақтда микролит деб аталадиган ЦМ-332 маркали минерал-керамика кенг тарқалган. Қаттиқлиги (НКА 91-93), иссиқликка ва ейилишга чидамлилиги бўйича қаттиқ қотишмалардан устун туради. Мустаҳкамлигининг пастлиги ва жуда мўртлиги микролитнинг камчилиги ҳисобланади. Микролит пластинкалари билан жиҳозланган

асбоблар иш жараёнида уларни 1200 °C температурагача қиздирилганда ҳам ўзининг қаттиқлигини йўқотмайди. Шунинг учун ҳам зарбсиз нагрузка шароитида пўлат ва чўян деталларга, рангли металллар ҳамда уларнинг қотишмаларига, нometалл материалларга, кесиш чуқурлиги ва суришлар катта бўлмаганда катта тезликда тозалаб ва қисман ишлов беришда минерал-керамикадан самарали фойдаланилади.

Микролит пластинкаларини тайёрлаш технологияси қуйидагича: тайёрланган кукун қолипга солинади, прессланади, сўнгра 1750—1900 °C температурада пиширилади. Пластинкаларни босим остида қуйиш усули билан ҳам олиш мумкин. Асбоб дасталарига пластинкалар кавшарланади ёки механик усулда маҳкамланади. Кавшарлаш учун пластинкани металллозим, яъни унинг сиртини кавшарлаш имконини берадиган қандайдир металл қатлами билан қоплаш зарур.

Минерал-керамикага вольфрам, молибден, бор, титан, никел ва бошқа элементлар қўшиб, эксплуатацион характеристикаларини яхшилаш мумкин. Бундай материаллар керметлар деб аталади. Улардан қийин ишлов бериладиган пўлат ва қотишмаларга кесиб ишлов беришда фойдаланилади.

2.3 Ғовак ва компактли металл-керамика

Ғовак металл-керамика. Қолдиқ ғоваклиги 15-50 % атрофида бўлган металл-керамика ғовакли хилларга киради. Бу гурпуага антифрикцион материаллар, филтрлар ва “терловчи” материаллар киради.

Антифрикцион материаллар таркибида мойловчи вазифасини ўтовчи графит ва бошқа компонентлар бўлади. Ғовакли мойлар билан тўлдирилади. Бронза графитли ва темир-графитли металл-керамик буюмлар ишлаб чиқарилади. Бронза-графит микроструктураси қалайнинг мисдаги қаттиқ эритмаси зарраларига графит ва мой билан тўлдирилган ғовакликдан иборат. Темир-графит ферритли, перлитли ва цементитли структурага эга бўлиши мумкин. Антифрикцион материаллар саноатнинг турли соҳаларида (автомобилсозлик, станоксозлик, самолётсозликда ва хоказоларда) ишлатиладиган подшипник втулкаларини тайёрлашда қўлланилади.

Фильтрлар темир, бронза, никел, коррозияга чидамли пўлат ва бошқа материаллар кукунидан тайёрланади. Уларнинг ғоваклиги камида 40—50 % бўлади. Фильтрлар автомобил ва трактор двигателларида ёнилғини, ҳавони ва турли суюқликларни тозалашда қўлланилади.

Хладоагентнинг ғовакликлар орқали буғланиши ҳисобига совитиш учун мўлжалланган металл-керамик материалларга “терловчи” материаллар дейилади. Улар коррозияга чидамли пўлат, никел, вольфрам, титан ва ҳаказо кукунларидан тайёрланади.

Компактли металл-керамика. Фрикцион металл-керамик материаллар химиявий таркибига кўра мис ёки темир асосида мураккаб композициядан иборат. Фрикцион материаллар таркибига мойлаш вазифасини ўтаб материални ейилишдан сақловчи компонентлар (кўрғошин, графит, турли сульфидлар ва сульфат кислота тузлари), материалга юқори фрикцион хоссалар берувчи компонентлар (асбест, кварц куми, турли оксидлар, қийин эрийдиган бирикмалар ва ҳоказолар) киради. Фрикцион металл-керамик материалларнинг мўртлиги катта, мустаҳкамлиги паст. Шунинг учун, одатда улардан ясалган буюмларнинг асоси пўлатдан иборат бўлиб, фрикцион металл-керамика қатлами билан қопланган бўлади. Бу материаллар илашиш ва тормозланиш узелларида ишлатилади.

Магнит металл-керамик материаллар кукун металлургияси усуллари билан олинади. Булар магнит юмшоқ (ферритлар), магнит қаттиқ материаллар (доимий магнитлар) ва магнитодиэлектриклардир.

Ферритлар тоза ва темир ва унинг қотишмалари кукунидан ёки темир оксиди кукунидан совуқлайин ёки иссиқлайин пресслаб тайёрланади. Ферритлар оксидловчи атмосферада пиширилади.

Доимий магнитлар темир асосли алюминий, никел, мис, кобальт билан легирланган мураккаб химиявий таркибли металл-керамик қотишмалардир. Прессланган ва пиширилган магнитлар қўшимча яна термик ишловдан ўтказилади, яъни тобланади, тоблаб бўшатилади ва ҳоказо. Металл-керамик

доимий магнитларнинг мустаҳкамлиги қуйма магнитларникига қараганда 3-6 марта ортиқ бўлади.

Магнитодиэлектриклар магнит ва изоляцион материаллар композициясидан иборат. Изоляцион материаллар металл зарраларини магнит ва электр жихатдан бўлади ҳамда механик боғловчи ҳисобланади. Изоляцион материаллар сифатида фенол смолалари, полихлорвинил, силикатлар, каучук ва ҳоказо ишлатилади. Магнитоэлектриклардаги изоляцион компонентлар миқдори 5-15 % га етади.

Э л е к т р о к о н т а к т л и металл-керамик материаллар қийин эрийдиган металл қуқунларининг мис, қумуш, никел қуқунлари аралашмасидан тайёрланади. Қийин эрийдиган металллар (W, Mo, Co, Ni) материалнинг механик хоссаларини белгилаб берса, осон суюқладиган металллар тўлдиргич хизматини ўтаб, материалнинг юқори электр ўтказувчанлигини таъминлайди. Олинган материаллар эрозияга барқарор. Контактлар монометалл ёки биметалл қилиб тайёрланиши мумкин. Шу муносабат билан контактларни тайёрлашнинг турли технологиясидан фойдаланилади. Металл-керамик контактлар магнит юргизиб юборгичларда, иссиқлик релесидида ҳамда алоҳида оғир режим релесидида, контроллерларда, қучланиш регуляторларида, бошқариш аппаратларида, ток ўзгартиргичларда ва ҳоказоларда ишлатилади.

2.4 Титаннинг бошқа турдаги қотишмалари

Техник тоза титаннинг мустаҳкамлиги унинг тозалик даражасига боғлиқ бўлиб, оддий конструкцион пўлатларнинг мустаҳкамлигига мос келади. Коррозияга чидамлилиги бўйича ҳатто юқори легирланган зангламайдиган пўлатлардан дам устун туради.

Керакли механик хоссали титан қотишмалари олиш учун у алюминий, молибден, хром каби элементлар билан легирланади. Титан ва унинг қотишмаларининг асосий афзаллиги механик хоссалари юқори ($\sigma_b > 1500$ МПа; $\sigma = 10_{\text{д}} - 15 \%$) бўлиши билан бирга зичлиги кам бўлгани ҳолда коррозияга чидамлилиги катталигидадир.

Алюминий титаннинг иссиқликка чидамлилиги ва механик мустаҳкамлигини оширади. Ванадий, марганец, молибден ва хром титан қотишмаларининг иссиқликка чидамлилигини оширади. Қотишмалар иссиқ ва совуқ ҳолатида ҳам босим остида кесиб яхши ишланади, қуйилиш хоссалари коникарли, инерт газлар муҳитида яхши пайвандланади. Қотишмалар 350-500 °С гача бўлган температураларда яхши ишлайди.

Технологик ишлатилишига кўра титан қотишмалари деформацияланадиган ва қуймабоп хилларга, мустаҳкамлигига кўра учта группага: мустаҳкамлиги кам ($\sigma_b = 300-700$ МПа), ўртача мустаҳкам ($\sigma_b = 700-1000$ МПа) ва мустаҳкамлиги катта ($\sigma_b > 1000$ МПа) группаларга бўлинади. Биринчи группа ВТ1, иккинчи группа ВТ3, ВТ4, ВТ5 ва хоказо, учинчи группа ВТ6, ВТ14, ВТ15 (тоблангандан ва эскиртирилгандан кейин) маркали қотишмалар киради.

Қуйиш учун таркиби деформацияланадиган қотишмаларга ўхшаш (ВТ5Л, ВТ14Л) қотишмалар, махсус қуймабоп қотишмалар ишлатилади. Қуймабоп қотишмаларнинг механик хоссалари деформацияланадиган қотишмаларникига нисбатан анча паст бўлади. Босим остида ишланган титан ва унинг қотишмалари чивик, лист ва қуймалар кўринишида ишлаб чиқарилади. Титан қотишмалари авиация ва химия саноатида ишлатилади.

Титан қотишмаларининг механик хоссалари

Мар- каси	Термик ишлов берилиши	Мустаҳкамлик чегараси σ , %	Нисбий чўзилиши МПа	Қаттиқлиги, НВ
ВТ5	750 °С да юмшатиш	750-900	10-15	240-300
ВТ8	900-950 °С да тоблаш	1000-1150	3-6	310-350
ВТ14	870 °С да тоблаш	1150-1400	6-10	340-370

3-БОБ. ТИТАН ҚОТИШМАЛАРИ БИЛАН ҚОПЛАШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

3.1 Титаннинг рухли қотишмаси билан қоплаш

Титан-рухли қотишмалар атмосфера шароитида рухли қотишмаларга нисбатан юқори коррозияли барқарорликни намоён этади. Улардан юқори намлик ва ҳароратлар фарқи катта бўлган шароитларда фойдаланилади.

Таркибида 20-25 % титан бўлган қотишманинг барқарорлиги юқори, таркибида 20 % рух бўлган қотишма коррозияга бардошлилиги бўйича рухли қотишмалардан қолишмайди, лекин уларни кавшарлаш ва силлиқлаш осон бўлиб, бу улардан электр ва радио саноатида фойдаланиш имконини беради.

Титан-рухли қотишмалар асосан ишқорий - цианидли электролитлардан чўктирилади. Лекин бунда захарли бўлмаган электролитлардан ҳам фойдаланиш мумкин. Қуйида титаннинг рух билан ҳосил қилган электролитик чўктириш қотишмалари таркиби кўрсатилган:

1-электролит таркибида 20-36 г/л титан, 1,5-3,0 г/л рух, 10-12 г/л ўювчи натрий, 20-22 г/л калий цианид бўлиб, ундан 65-70 °С, $J_k=2,0-3,0$ А/дм² да фойдаланилади. 2- электролит таркибида 30-36 г/л титан (IV) хлорид, 4-6 г/л рух оксид, 140-160 г/л калий пироген, 100-125 г/л аммоний хлорид, 0,4-0,5 г/л желатин бўлади. Ундан 18-25 °С ва $J_k=0,5-6,0$ А/дм² да фойдаланилади. 3- электролит таркибида 30-35 г/л титан (IV) хлорид, 50-100 г/л аммоний хлорид, 7-8 г/л рух сульфат, 220-230 г/л натрий фосфат ва 1-2 г/л желатин бўлиб, ундан 20-30 °С ва $J_k=6,5$ А/дм² да фойдаланилади.

Бундай қотишма таркибида 20 % рух бўлади.

3.2 Титаннинг никелли қотишмаси билан қоплаш

Бу қотишмалар захарли бўлмаганлиги сабабли озиқ-овқат саноатида ишлатилади. Улар 320 °С гача бўлган ҳароратда қуруқ ҳаво, азот оксидлари, олтингугуртли бирикмалар хлорид ва сульфат кислоталарда барқарор ҳисобланади. Таркибида 35-40 % никел бўлган қотишмали қопламалар декоратив мақсадларда, ҳатто кўп қатламли никел-мис-хромли қопламаларнинг ўрнини ҳам босиши мумкин. Титан-никел қотишмасидан

хатто қимматбаҳо металл қопламаларни суркашдан олдин нимқатлам сифатида ҳам фойдаланилади.

Титан-никел қотишмаларини чўктириш учун зарур бўлган электролитлар таркиби қуйидаги жадвалда келтирилган.

Элек- тролит	TiCl ₄	NiCl ₂ *6H ₂ O	NH ₄ F	pH	t, °C	J _к , А/дм ²
1	250-300	40-50	60	3,5-4,5	45-60	0,5-1,0
2	250-300	40-50	60-65	4,5	50-55	0,5-1,5
3	60-70	25	-	-	-	0,5-1,5
Изоҳ: 1-электролит 100 г/л аммоний хлорид, 2-электролит 2 г/л хлоралгидрат ёки 1,5 г/л 8-хиолинсулфо кислота, 3-электролит эса 15 мл/л (20 % ли) этилендиамин, 8 мл/л гидразин хлорид ва 350 г/л калий полифосфат эритмаларини сақлайди.						

3.3 Титаннинг волфрамли қотишмаларини чўктириш

Титан-волфрам қотишмасини чўктириш электролитлари таркиби қуйидаги жадвалда келтирилган.

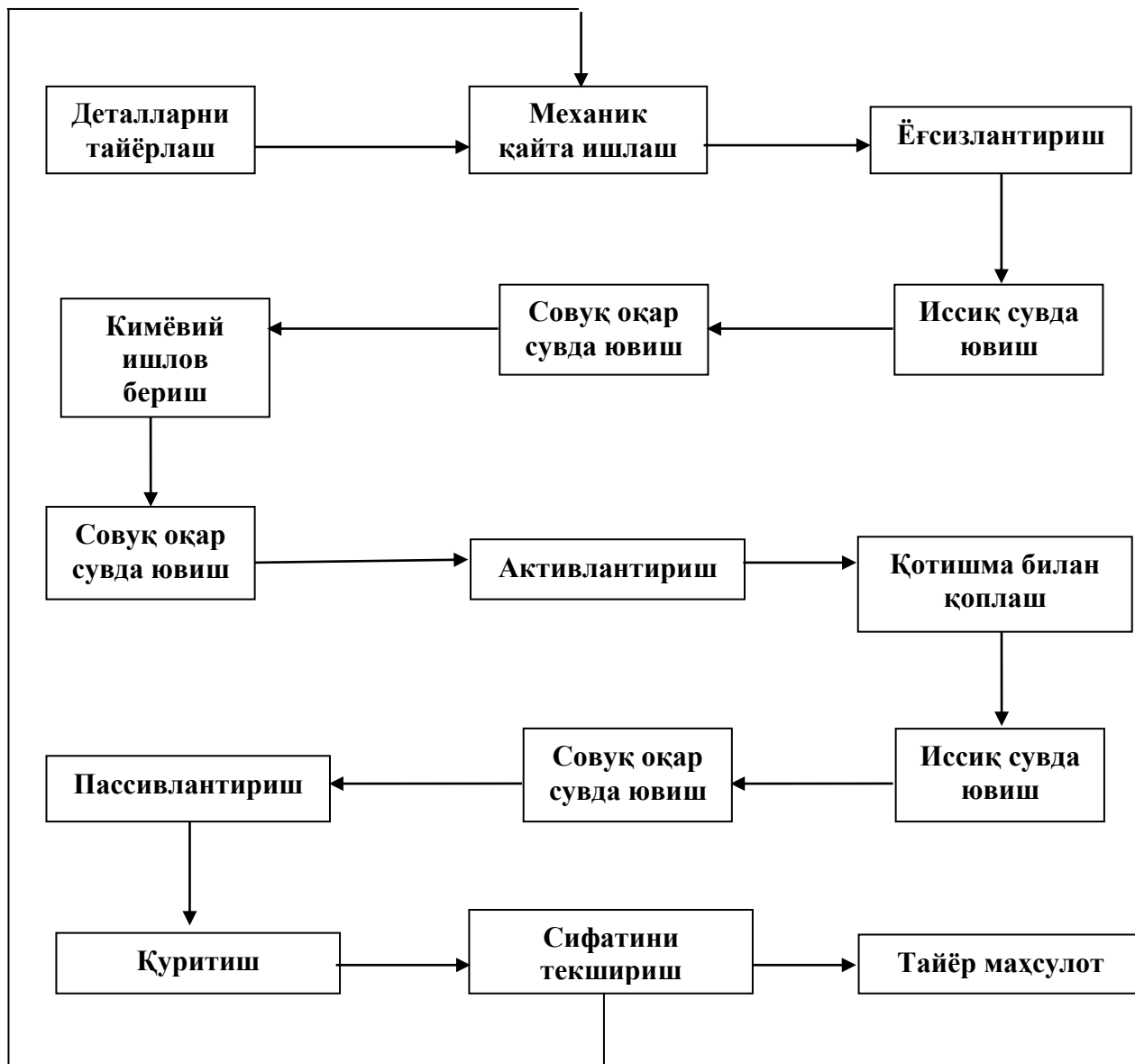
Элек- тролит	TiCl ₄	WO ₃	NaCl	H ₂ SO ₄	OS-20	J _к , А/дм ²
1	40-60	0,8-1,5	0,3-0,8	100-110	4-5	1-2
2	35-45	0,8-1,5	0,3-0,5	120-140	4-5	2-4
3	45-55	-	-	90-105	2-4	0,5-4,0
Изоҳ: 2-электролитга 5-10 мл/л 40 % ли формалин; 3-электролитга 0,5-5 г/л нитрат кислота ва 2-5 г/л 4,4-диамино-3,3-диметоксидифенилметан эритмаси қўшилади.						

Электролитларга қўшимчалар волфрамнинг титанли анодларда контактли ажралиб чиқишининг олдини олиш ва қоплама сифатини яхшилаш мақсадида қўшилади. 2- қоплама электролит ялтироқ қопламалар олиш учун ишлатилади. Ялтироқлик берувчи моддани тайёрлаш учун 730 мл ацетонга 330 мл 25 % ли аммиак эритмаси ва 400 мл 50 % ли ўювчи натрийни

аралаштириб, унга томчилатиб, аралаштириб турган ҳолда 400 мл 12-17 °С гача совутилган сирка алдегидни қўшиб тайёрланади.

3.4 Титаннинг вольфрамли қотишмалари билан қоплаш жараёнининг

ТЕХНОЛОГИК ТИЗИМИ



3.5 Титаннинг кадмийли қотишмаларини чўктириш

Таркибида кадмий кам бўлган қотишмаларни хлорид-фторидли электролитларга дурадгорлик елими ва фенол қўшиб чўктириш йўли билан ҳосил қилиш мумкин. Бундай қотишмалар узоқ вақтгача ўзининг кавшарланиш хусусиятини йўқотмайди.

Ti-Cd қотишмалари пўлатни денгиз сувида ҳамда резбали бирикмаларни коррозиядан сақлашда ишлатилади. Бу қотишмаларнинг

кадмийли ёки рухли қотишмаларга нисбатан коррозияга бардошли эканлиги аниқланган. Улар натрий хлорид буғлари билан тўйинтирилган нам ҳавода айниқса барқарор ҳисобланади. Таркибида 80-85 % кадмий бўлган қотишмалар ҳам 20-40 °C шароитда шундай хусусиятни намоён этади.

Ti-Cd қотишмаларни цианидли ва фторборатли электролитлардан чўктириб олиш мумкин.

Таркибида 77-82 % кадмий бўлган қотишмани ҳосил қилиш учун таркиби қуйидагича бўлган цианидли электролитдан фойдаланилади: 4-6 г/л кадмий, 24-28 г/л титан, 18-20 г/л калий цианид, 60-70 г/л калий ишқори ва 1-2 г/л дурадгорлик елими. Чўктириш режими 18-25 °C ва $J_k=1-2$ А/дм² да токнинг катодли чиқиши 90 % бўлиб, анодлар 80 % Cd ва 20 % Mg дан тайёрланади.

Таркибида 25-40 % кадмий бўлган қотишма ҳосил қилиш учун таркиби қуйидагича бўлган цианидли электролитдан фойдаланилади: 26-30 г/л кадмий, 25-28 г/л рух, 45-50 г/л калий цианид, 55-65 г/л калий ишқори бўлиб, чўктириш режими 18-25 °C ва $J_k=0,5-1,0$ А/дм² да олиб борилади.

Таркибида 5-10 % титан бўлган қотишмани чўктириш учун таркиби қуйидагича бўлган фторборатли электролитдан фойдаланилади: 180-200 г/л титан фторборат, 60-70 г/л кадмий фторборат, 50-60 г/л аммоний фторборат, 30-50 г/л борводород фторид кислота ва 1 г/л дурадгорлик елими бўлиб, чўктириш режими 18-25 °C, $J_k=1,5-2,0$ А/дм², pH=1,0 да анодлар 90 % Cd ва 10 % Mg дан тайёрланади.

Титаннинг кадмий билан қотишмасини пасивлаштириш учун таркиби қуйидагича бўлган электролит тавсия этилади: 150 г/л аммоний дихромат, 10 г/л сульфат кислота бўлиб, ундан 60-70 °C да 10-20 сонияда фойдаланилади.

Коррозияга қарши хусусияти ва декоратив кўринишни яхшилаш учун у никел ва кобалт билан чўктирилади.

Таркибида 15-25 % никел бўлган титан қотишмасининг коррозияга бардошлилигини ошириш учун унга никел ва кобалт қўшилиши керак.

98 % титан ва 2 % никел таркибли қотишма анодли қоплама ҳисобланади. Юқори намликли шароитларда ҳароратлар фарқи катта бўлганда унинг декоратив хусусияти рухли қотишмалардан бирмунча юқори ҳисобланади.

Титаннинг 15-25 % никел билан ҳосил қилган қотишмали қопламасининг коррозияга чидамлилиги юқори бўлиб, улар пўлатга нисбатан никел каби катодли қоплама ҳисобланади.

Ti-Ni қотишмали қопламаларнинг қаттиқлиги рухли қотишмаларникидан икки марта юқори ҳисобланади.

Ti-Co қотишмаси юқори декоративлик ва коррозиябардошлилик хоссаларини намоён этади. Таркибида 5-14 % кобалт бўлган электролитдан ялтироқ чўкма олиш мумкин. Пўлатга нисбатан бу қотишмалар анодли ҳисобланади. Таркибида 10-14 % кобалт бўлган рухли қотишма қаттиқлиги 3,3-3,4 ГПа га тенг бўлиб, у нафақат рухли, балки кобалтли қотишмаларнинг қаттиқлигидан ҳам ортади (3 ГПа).

Таркибида 98 % Mg ва 2 % Ni бўлган қотишмадан тиниқ ялтироқ қоплама олиш учун таркиби қуйидагича бўлган цианидли электролитдан фойдаланилади: 10-14 г/л титан, 0,15-0,75 г/л никел, 85-100 г/л натрий цианид, 65-70 г/л ўювчи натрий. Жараён 18-25 °С, $J_k=1-3$ А/дм² да, катодли ток бўйича чиқиш 80-95 % бўлиб, рухли анодларда олиб борилади.

Таркибида 150 г/л хром ангидриди, 4 мл/л сульфат кислота (зичлиги 1,84 г/мл) ли эритмада қоплама 18-25 °С да 10 секунд давомида пассивлаштирилади. Таркибида 15-25 % титан бўлган қотишмаларни чўктириш учун таркиби қуйидагича бўлган аммиакатли эритмадан фойдаланилади: 15 г/л титан оксид, 35-90 г/л никел хлорид, 250 г/л аммоний хлорид, 20 г/л борат кислота. Жараён 40 °С, рН=6,5-6,8 да, $J_k=0,5-2,0$ А/дм² да катодли ток бўйича чиқиш 93-98 % да олиб борилади.

Таркибида 10-30 % никел бўлган титанли қотишмани қуйидаги таркибига эга бўлган пирофосфатли электролитда чўктирилади: 8-20 г/л

титан оксид, 15-55 г/л никел сулфат, 90-180 г/л аммоний хлорид, 140-280 г/л калий пирофосфат. Жараён 20-40 °C, $J_k=1-5$ А/дм² да олиб борилади.

Титан-кобалт қотишмасини чўктиришда қуйидаги электролитлардан фойдаланилади:

- Таркибида 5-6 г/л кобалт хлорид, 20-185 г/л титан (IV) хлорид, 100-150 г/л калий пирофосфат, 5-10 г/л аммоний цитрат бўлган электролит 40-70 °C, $J_k=0,5-5,0$ А/дм², pH=8,3-9,0 да қўлланилади.

- Таркибида 65-50 г/л кобалт сулфат, 40-65 г/л титан (IV) хлорид, 80-120 г/л аммоний сулфат, 15-40 г/л сулфат кислота, 3-8 г/л декстрин бўлган электролитдан 18-40 °C, $J_k=0,5-8,0$ А/дм² да, pH=1,8-2,5 да фойдаланиш тавсия этилади. Бу электролитдан ялтироқ чўкма олинади.

Тропик иқлимга ўхшаш шароитларда таркибида 25 % титан бўлган кадмийли қотишма юқори ҳимоялаш хоссаларини намоён қилади. Коррозияга чидамлилиги бўйича улар 80 % Cd – 20 % Ti ли қотишмалардан қолишмайди. Юқори намлик ва ҳароратларда бундай қопламаларда коррозияга чидамлиликини оширувчи коррозия маҳсулотидан иборат зич плёнка ҳосил бўлади.

Таркибида 25 % титан бўлган қотишмани чўктириш учун хлоридли ёки хлорфторидли электролитлардан фойдаланилади.

Бундай хлоридли электролит таркибида 5 г/л кадмий, 30 г/л титан, 50 г/л натрий хлорид, 14 г/л ўювчи натрий бўлиб, чўктириш режими 65 °C, $J_k=2,0$ А/дм² да катодли ток бўйича чиқиш 80 % ни ташкил этади. Электролитдаги кадмийнинг концентрацияси 2 г/л гача, натрий цианидниги 25 г/л гача камайтирилса таркибида 50 % кадмий ва 50 % титан бўлган чўкмалар ҳосил бўлади.

Хлорфторидли электролит таркибида 45 г/л аммоний фторид, 45 г/л кадмий хлорид, 35 г/л титан (IV) хлорид, 1 г/л дурадгорлик елими, 10 г/л фенол бўлиб, у 20 °C, $J_k=0,5-2,0$ А/дм² да чўктирилади.

Таркибида 40-60 % титан бўлган кадмийли қотишмани олиш учун таркиби қуйидагича бўлган фторборатли электролитдан фойдаланилади: 240-

250 г/л кадмий борфторборат, 24-30 г/л титан борфторборат, 50-62 г/л аммоний фторборат, 50-70 г/л борводородфторид кислота, 18-20 г/л борат кислота, 0,5-1 г/л дурадгорлик елими. Чўктириш режими 10-25 °C, $J_k=1,5-2,0$ А/дм² да, катодли чўкма таркибига мос келувчи кадмийнинг титан билан ҳосил қилган қотишмасидан тайёрланган аноддан фойдаланилади.

Оғир атмосферали шароитда буюмларни коррозиядан ва органик ёкилғи маҳсулотлари атмосферасидан сақлаш учун таркибида 9-23 % никел бўлган титанли қопламали қотишма тавсия этилади. Бу қотишмани таркиби қуйидагича бўлган сульфаматли электролитлардан чўктириб олиш мумкин: 0,1 Н ли титан сульфат, 1 Н ли никел сульфат, 60 г/л гликокол, 2 г/л желатина, 2 г/л нафталиндисулфо кислотанинг эритмаси 40-45 °C да, $J_k=0,75-1,5$ А/дм² да, pH=3,2-4 да ток алоҳида уланган (титаннинг анодли ток зичлиги 0,7 А/дм², никелники 0,4 А/дм²), титанли ва никелли анодлар сирти 1:3 бўлган комбинацияланган анодларда ҳосил қилинади, бунда катодли ток бўйича чиқиш 55-73 % ни ташкил этади.

Нам ҳавода бу қотишма пўлатли буюмларга нисбатан анодли ҳисобланади.

Cd-Ti қотишмаси таркибида 1,2-2,4 г/л кадмий оксиди, 20 г/л титан, 50 г/л сулфамин кислота, 2-3 г/л дурадгорлик елими бўлган электролитдан чўктирилиб, у 30-40 °C, $J_k=0,5-2,0$ А/дм² да тайёрланади. Анодлар эса кадмий, индий ва коррозияга чидамли буюмлардан тайёрланади. Бундай қоплама таркибида 30-50 % кадмий бўлади.

3.6 Титаннинг металл-керамик қаттиқ қотишмасини кимёвий усулда чўктириш

Металларни кимёвий усулда чўктириш асосида электролитда эриган қайтарувчининг оксидланиш реакцияси ётади, бунинг натижасида электронлардан озод бўлган каталитик актив сиртда металл қайтарилади. Металнинг стандарт потенциали қанчалик мусбатроқ бўлса, яъни у қанчалик нодир металл бўлса, қайтарувчини танлаш имконияти шунчалик кенг бўлади. Реакциянинг содир бўлишининг асосий шарти унинг автокаталитик

характерга эга бўлиши ҳисобланади, яъни бунда чўктирилаётган металнинг қайтарилиш жараёнини каталитик тезлаштириш қобилятига боғлиқ бўлади. Автокатализ даражаси металл ва қайтарувчи табиатига боғлиқ бўлади.

Автокатализ иштирокисиз реакция содир бўлса, бутун эритма ҳажмида кукунсимон металнинг ҳосил бўлишига олиб келади. Металларни автокаталитик қайтариш учун бир қанча қайтарувчилар таклиф этилган. Уларга гипофосфит, гидразин, формалдегид, боргидрид ва унинг ҳосилалари, айрим металллар (Sn^{+2} , Fe^{+2} , Cr^{+2} , Ti^{+2} , Co^{+2}) нинг ионлари киради. Кимёвий қайтариш йўли билан юқорида санаб бўлган барча металллардан қопламалар, шу металлларнинг қўш ва учламчи қопламаларини ҳам олиш мумкин. Бунда автокаталитик қайтарилган метални кимёвий қайтарилмайдиган металл билан биргаликда чўктириш мумкин.

Кимёвий чўктириш учун эритманинг асосий компонентлари бўлиб, чўктирувчи металл, қайтарувчининг комплекс бирикмалари ҳисобланади. Қайтарувчи концентрациясининг ошиши метални кимёвий чўктириш тезлигининг ортишига олиб келади. Лекин бундай боғлиқлик маълум қийматгача сақланади (масалан, формадегид учун $0,6 \text{ мол/дм}^3$, боргидрид учун $0,05 \text{ мол/дм}^3$ гача). Қайтарувчи концентрациясининг бундан кейин яна ортиши металнинг кимёвий чўкишига амалда таъсир кўрсатмайди, лекин эритма барқарорлигини анча камайтиради. Қайтарилаётган металл ионлари концентрациясининг ортиши чўктириш тезлигининг бирмунча тез ёки секин бир меъёрда ортишига олиб келади. Бунда ҳам эритманинг барқарорлиги пасаяди.

Металнинг автокаталитик қайтарилиш жараёнида иштирок этувчи асосий реагент бўлиб, гидроксид ёки гидроксоний ионлари ҳисобланади. OH^- концентрацияси (эритма pH и) ва қайтарилиш тезлиги орасида бир хил турдаги боғланиш мавжуд эмас. Бу ерда боғлиқлик жуда мураккаб бўлиб, бир томондан қайтарувчининг сув билан, иккинчи томондан қайтарилиш жараёнининг умумий стехиометрияси билан аниқланади. Температуранинг металлларнинг автокаталитик қайтарилиш жараёнига таъсири ҳам кўпгина

реакциялар учун характерга эга бўлиб, экспоненциал боғлиқлик билан ифодаланади. Лекин $v=f(\tau)$ боғлиқликни бевосита олиш жуда қийин бўлиб, у эритмалар барқарорлигининг ва оралик реакциялар тезликлари температураларининг ўзгаришига жуда сезгирлиги билан мураккаблашади.

Металларнинг кимёвий қайтарилиш жараёнларининг фаолланиш энергияси қиймати 20 дан 100 кЖ/мол ораликда бўлади.

Кўпинча металларни автокаталитик қайтарилиш жараёнида водород (гидразинда азот ҳам) ажралиб чиқади ва уларнинг ажралиб чиқиш тезлиги металнинг чўқиш тезлигига пропорционал бўлади. Газларнинг ажралиши эритманинг аралашishiга сабаб бўлади. Адабиётларда аралаштириш жараёнининг металнинг кимёвий қайтарилиш тезлигига қарама-қарши маълумотлари ҳам мавжуд. Масалан, хона температурасида кимёвий қоплашнинг ишқорий эритмаларини аралаштиришда чўктириш тезлигининг тузилиши ҳақида маълумотлар бор. Иссиқ ҳолдаги ишқорий-цитратли кимёвий қоплаш электролитлари учун аралаштиришнинг жараён кинетикасига сезиларли таъсири аниқланмаган бўлса, кимёвий никеллашнинг кислотали эритмаларида (юқори температураларида) аралаштириш чўктириш тезлигини оширади.

Кимёвий қоплаш эритмаларида титаннинг кичик концентрациялари ва чўктиришнинг кичик тезликларида қайтарилиш жараёни масса узатиш жараёни билан назорат қилинади. Бундай ҳолда ионларнинг юқори концентрациялари ва чўктиришнинг катта тезликларида унинг қиймати жуда кичик бўлади. Эритмани аралаштиришда ўртача чўктириш тезлигининг пасайишига ҳосил бўлаётган қоплама сиртига кислороднинг диффузияланишининг ортишига сабаб бўлиши мумкин. Шунини айтиб ўтиш керакки, эритмани аралаштириш билан кимёвий олтинлашнинг барқарорлиги ортади.

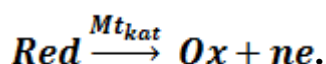
Ҳозирги вақтда металларнинг автокаталитик қайтарилиш механизми тушунтиришда учта асосий йўналиш мавжуд. Улардан биринчиси металл ионларининг атомар водород ёки гидрид-ион билан қайтарилишига

асосланган бўлиб, улар металл катализаторнинг қайтарувчи билан ўзаро таъсирлашуви туфайли пайдо бўлади.

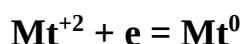
Иккинчи йўналиш қайтарилаётган металнинг комплекс бирикмасининг ички-молекуляр оксидланиш-қайтарилиши содир бўлиши мумкин, деган тахминга асосланади. Учинчи йўналиш металлари автокаталитик қайтарилишига оид кўпгина электрокимёвий йўналишларни ўз ичига олади.

Ҳозирги вақтда тадқиқотчилар учинчи йўналишга кўпроқ эътибор қаратишмоқда.

Металларнинг электрокимёвий қайтарилиш механизмини тушунтиришга бирмунча соддароқ бўлган электрокимёвий ёндашиш электрокимёвий коррозия учун биринчи марта таклиф этилган тўлиқ парциал электродли реакцияларнинг моделидан фойдаланишга асосланади. Металларнинг кимёвий қайтарилиш жараёнларига бундай ёндашув кимёвий олтинлаш мисолида баён этилган. Кейинчалик Ван-Ден-Мееракер металлларнинг автокаталитик қайтарилишини икки хил жараённинг уйғунлашиш натижаси деб фараз қилади, булар: Анодли – электронларнинг ҳосил бўлиши билан қайтарувчининг оксидланиши ва уларни каталитик сиртга узатиш:



Катодли – каталитик сиртда металл ва водороднинг қайтарилиши:



Металнинг автокаталитик қайтарилиш жараёнининг электрокимёвий механизми ҳақидаги гипотеза биргина сиртда содир бўлаётган, бир-бирига боғлиқ бўлмаган икки реакциянинг: қайтарувчининг анодли оксидланиши ва металнинг катод қайтарилишига асосланади.

Кейинги тадқиқотлар электрод реакциялари механизмининг жуда мураккаб эканлиги, нафақат уларнинг ўзаро таъсирлашуви, балки металл-

катализатор хоссаларининг бу реакцияларга таъсири билан ҳам характерланади.

Каталитик сирт хоссалари ўз навбатида электрод ва кимёвий реакцияларнинг содир бўлиш характерига боғлиқлигини ҳам айтиб ўтиш лозим.

3.7 Титан қотишмаларини электрокимёвий чўктириш

Қотишмаларни электрокимёвий чўктириш металл қопламалар сифатини оширишнинг энг самарали усулларида бири ҳисобланади. Кўпинча қотишмалар билан қоплаш алоҳида металллар билан қоплашдан кўра юқори коррозияга чидамлилиги ва яхши декоратив хоссалари, каттиқлиги, емирилиши ва иссиққа бардошлилиги билан ажралиб туради.

Алоҳида физик-механик ва механик хоссаларини намоён этувчи электрокимёвий қопламалар ҳам мавжуд бўлиб, улар магнит ўтказувчанлиги, юқори ўтказувчанлик, кавшарланувчанлик, ярим ўтказувчанлик ва бошқа антифрикцион хусусиятларни намоён этади.

Икки хил металл ионларининг зарядсизланиш потенциаллари (E_1 ва E_2) тенг ёки яқин бўлса, уларнинг биргаликда қайтарилишини кузатиш мумкин, у ҳолда қуйидаги тенглама ўринли бўлади.

$$E_1^0 + \frac{RT}{z_1 F} \ln a_1 + \tau_1 = E_2^0 + \frac{RT}{z_2 F} \ln a_2 + \tau_2$$

Бунда E_1^0 ва E_2^0 -металларнинг стандарт потенциали; a_1 ва a_2 металл ионлари активлиги; τ_1 , τ_2 ўта кучланиш; z_1 , z_2 -ионларнинг оксидланиш даражалари.

Агар икки металнинг ажратиб чиқиш потенциали турлича бўлса, уларни яқинлаштириш учун бир қанча усуллардан фойдаланилади.

Потенциалларни яқинлаштиришнинг энг самарали усули ажралиб чиқаётган металлларнинг мустаҳкам комплекс ионларини ҳосил қилиши ҳисобланади. Бунда нисбатан электромусбат металл ионлари активлиги электромусбатли потенциали қиймати пастроқ бўлган металл ионларига нисбатан кўпроқ даражада камайтирилишига имкон берувчи комплекс ҳосил қилувчи лигандлар тўпланади.

Бундай комплекс ҳосил қилувчилар сифатида цианидли, дифосфатли, фторидли, станнатли, аммиакатли, цинкатли электролитлардан кўпроқ фойдаланилади. Бундан ташқари электромусбатланган ионларнинг зарядсизланиш реакцияси электроманфий металга нисбатан кучлироқ тўхтатиш хусусиятига эга бўлган сирт актив моддали қўшимчалардан фойдаланилади.

Қотишмаларни чўктиришда ионларнинг зарядсизланиш тезлигини ошириш, яъни қотишманинг ҳосил бўлишини осонлаштириш (қутбсизланиш) ҳамда тезликни камайтириш (юқори қутбланиш), яъни ионларнинг зарядсизланишини қийинлаштириш ҳам мумкин. Қотишмаларнинг физик-кимёвий хоссалари унинг таркибидаги компонентларининг нисбий миқдорига боғлиқ. Шу сабабли қотишма таркиби ток зичлигига боғлиқ равишда кескин ўзгарса, буюм сиртида токнинг бир меъёрида тақсимланмаганлиги туфайли таркиби, тузилиши ва бошқа хусусиятлари турлича бўлган чўкма ҳосил бўлади.

Қотишмаларни электролитик чўктиришда термик қотишмали анодлардан ҳамда қотишма таркибига кирувчи алоҳида металллардан фойдаланилади. Агар бир хил металдан тайёрланган аноддан фойдаланилганда иккинчи металл ионларининг камайишини қоплаш учун электролитга унинг тузи қўшилади.

4-БОБ. МЕХНАТНИ МУҲОФАЗА ҚИЛИШ

Металларга кимёвий ишлов бериш ва уларга гальваник ва кимёвий копламалар суртишда меҳнатни муҳофаза қилиш Ўзбекистон Республикаси меҳнат ва аҳолини ижтимоий муҳофаза қилиш вазирининг 2010 йил 10 ноябрдаги 188-Б-сон буйруғига (*Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2011 й., 4-5-сон, 41-модда*) мувофиқ қуйидагича белгиланган.

4.1 Технологик жараёнларга қўйиладиган умумий хавфсизлик талаблари

Ташкилотдаги ишлаб чиқариш технологик жараёнлари ГОСТ 12.3.002-75 “Ишлаб чиқариш жараёнлари. Умумий хавфсизлик талаблари”га мувофиқ бўлиши лозим.

Ишлаб чиқариш жараёнларининг хавфсизлиги қуйидаги талабларни амалга ошириш орқали таъминланади:

ишлаб чиқариш ускуналарига хизмат кўрсатиш тартибидаги технологик жараёнларни (иш турларини), иш усуллари ва режимларини қўллаш;

хавфли ва зарарли ишлаб чиқариш омилларининг тарқалишини чекловчи воситаларни қўллаш;

хавфли ва зарарли ишлаб чиқариш омилларининг хусусиятига мос келувчи ҳимоялаш воситаларини қўллаш;

иш бажарилаётган пайтдаги хавфли ҳудудларни белгилаш.

Ишлаб чиқариш жараёнлари атроф муҳитнинг (ҳаво, тупроқ, сув ҳавзалари) ифлосланишига ва зарарли омилларининг тегишли нормативларидан ортиқ даражада тарқалишига олиб келмаслиги шарт.

Ишлаб чиқариш технологик жараёнлари соз ускуналарда, соз назорат-ўлчаш асбоблари, ҳимоя тўсиқлари, блокировкалар, ишга туширувчи аппаратлар, технологик асбоб-ускуналар мавжуд бўлган тақдирда амалга оширилиши лозим.

Янги хом ашё ва ярим тайёр маҳсулотларни қўллашга фақат белгиланган тартибда тегишли гигиеник меъёрлар тасдиқлангандан сўнг рухсат этилади.

4.2 Ёнғин ва портлаш хавфсизлиги талаблари

Ишлаб чиқариш жараёнлари ёнғин ва портлаш хавфсизлиги, уларни режалаштиришда, ташкиллаштиришда ва олиб боришда ГОСТ 12.1.004-91 “Ёнғин хавфсизлиги. Умумий талаблари” ва ГОСТ 12.1.010-90 “Портлаш хавфи. Умумий талаблари”га ва ушбу Қоидаларга мувофиқ таъминланиши лозим.

Ишлаб чиқаришда синалмаган ёнғин ва портлаш хавфи мавжуд ҳамда токсик хусусиятларга эга бўлган моддалар ва материалларни қўллаш таъқиқланади.

Шамоллатиш тизими ёнғиндан дарак берувчи сигнализация билан бирлаштирилган бўлиши керак.

Ёнғинга қарши жиҳозлар ажратилган жойда сақланиши керак. Ёнғинга қарши жиҳозлардан бошқа мақсадларда фойдаланиш тақиқланади.

4.3 Электр қурилмаларига қўйиладиган талаблар

Ташкилотларда электр қурилмаларини ўрнатиш ва улардан фойдаланишда Истеъмолчиларнинг электр қурилмаларидан техник фойдаланиш қоидалари (рўйхат рақами 1383, 2004 йил 9 июль) (Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2004 й., 27-сон, 317-модда) ҳамда Истеъмолчиларнинг электр қурилмаларидан фойдаланишда техника хавфсизлиги қоидалари (рўйхат рақами 1400, 2004 йил 20 август) (Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2004 й., 33-сон, 379-модда) ва мазкур Қоидалар талабларига риоя қилиниши керак.

Электр ток ўтказувчи қисмлар, тақсимловчи қурилмалар, аппаратлар ва ўлчаш асбоблари, шунингдек турли сақловчи қурилмалар, рубилниклар ва бошқа ишга туширувчи аппаратлар ва мосламалар фақат ёнмайдиган асослар (мармар, текстолит, гетинакс ва бошқалар)да монтаж қилиниши лозим.

Юқори намлик ва иссиқлик ажралиб чиқувчи хоналарда электр ёриткичлар намликдан, электр двигателлари эса суюқлик сачрашидан ҳимояланган ёки ёпиқ ижрода бўлиши шарт.

Ишлаб чиқариш бинолари ва маиший хоналарда қўлланувчи люминесцент ёриткичлар ёпиқ ҳолда, намлик ва чанг ўтказмайдиган махсус арматурада бажарилиши лозим.

Кам қувватли электр лампалари ва асбобларини каттароқ қувватлиларига алмаштириш тармоқ учун йўл қўйилувчи юкланишни ҳисобга олган ҳолда электр хўжалиги учун жавобгар ходимнинг рухсати билан амалга оширилиши лозим.

Ташкилотнинг барча турдаги бино ва иншоотлари яшин қайтаргичлар ўрнатилган ҳолда тўғридан-тўғри яшин уришидан ҳимояланган бўлиши лозим. Яшин қайтаргичлар ҳар йили баҳорда текширилиб турилиши ва носозликлари бартараф этилиши лозим.

4.4 Электрокимёвий тозалашда хавфсизлик талаблари

Электрокимёвий тозалаш ваннасига деталларни юклаш ва ундан чиқариш ишлари электр манбаси ўчирилган пайтда бажарилиши керак. Агар бу операцияларни электр кучланиш остида бажариш зарур бўлса, деталлар турли ишорали кутбларни туташтириб қўймаслигини мунтазам кузатиб туриш керак.

Электрокимёвий тозалаш ваннасида ишлашда портлаш юз бермаслиги учун эритма юзасидан гумбурловчи газли кўпикни барқарор металллардан ясалган мосламалар ёрдамида олиб туриш ва учқун вужудга келишига йўл қўймайдиган чора-тадбирлар қўрилиши лозим.

Электрокимёвий тозалаш ваннаси тубига тушиб кетган деталларни электр токи ва иситкичларни ўчириб, махсус мосламалар ёрдамида чиқариб олиш лозим.

Электрокимёвий тозалаш ваннасини тайёрлаш ва таркибини меъёрлаш (корректировкалаш) ишларини алоҳида ваннада олдиндан

тайёрлаб қўйилган каустик сода ва бошқа тузларнинг эритмалари билан амалга ошириш зарур.

Қотиб қолган каустикни унинг ичига туширилган змеевик орқали буғ бериб қиздириш лозим.

4.5 Қора ва рангли металлларни хурушлашда хавфсизлик талаблари

Қора ва рангли металллардан ясалган деталларни хурушлаш технологик жараёнлари учун қўлланиладиган ускуна автоматлаштирилган ёки механизациялаштирилган бўлиши лозим. Агар хурушлаш ишларини тўлиқ автоматлаштириб бўлмаса, кислота хурушлаш ванналарига қуйиш мосламаси билан тўлдирилиши, оғир ва йирик ўлчамли деталлар кўтариш-ташиш механизми ёрдамида юкланиши ва чиқарилиши керак.

Хурушлаш эритмалари қуйидаги кетма-кетликда бажарилиши зарур:

қора металлларни хурушлаш учун — хурушлаш ваннасини совуқ сув билан тўлдириш, хлорид кислота, сўнгра сульфат кислота қўшиш;

мис ва жезни хурушлаш учун — хурушлаш ваннасини совуқ сув билан тўлдириш, хлорид, нитрат ва сульфат кислота билан (кетма-кет) қўшиб бориш;

титан ва унинг қотишмаларини хурушлаш учун — хурушлаш ваннасини совуқ сув билан тўлдириш, плавикли ва нитрат кислотани (кетма-кет) қўшиш.

Кислотали хурушлаш ванналарининг юқори бортлари полдан 1 м баландликда ўрнатилган бўлиши ҳамда ходимлар ушбу ванналарга эгилиб ишламасликлари лозим.

Деталларни мосламаларга монтаж қилишда, уларни осиш ва маҳкамлаш вақтида деталларнинг хурушлаш ваннасига тушиб кетиш эҳтимолига йўл қўймаслик зарур. Деталларни маҳкамланганлигини ванна устида силкитиб текшириш мумкин эмас.

Осма мосламалар (осма, сават ва бошқалар) мустаҳкам ва қулай бўлиши, кислота ҳамда ишқорлар таъсирига чидамли материаллардан ясалиши лозим.

Хурушланиши лозим бўлган барча буюмлар дастлаб куритилиши керак.

Қора ва рангли металлларни электролит усули билан хурушлаш ишлари амалга оширилаётганда ваннага деталларни юклаш, чиқариш, силкитиш, осиш мосламаларини ва контактларни тўғрилашга рухсат этилмайди.

Сулфат кислотали хурушлаш эритмаларини 80°C дан ортиқ, хлорид кислоталини эса 35°C дан ортиқ қиздириш мумкин эмас.

Хурушлаш жараёнида автоматик терморегулятордан фойдаланиш лозим.

Тананинг очик аъзоларига кислота ёки ишқор теккан пайтда зудлик билан зарарланган жойни сув билан ювиш, сўнгра кислота теккан жойларни икки углеродли сода эритмаси билан, ишқор теккан жойларни эса бор кислота эритмаси билан зарарсизлантириш керак.

Магний ва унинг қотишмаларига кимёвий ишлов беришда ёнғин хавфсизлиги талабларига амал қилиниши керак. Магний ва унинг қотишмаларидан тайёрланган буюмларга концентрланган нитрат кислота тушишига йўл қўйилмайди. Магний қотишмаларидан ясалган деталларни ёниб кетишининг олдини олиш учун хурушлаш ваннасидаги нитрат кислотанинг концентрацияси 30 г/л дан кўп бўлмаслиги лозим. Магний қотишмаларидан тайёрланган буюмларни суюқлантирилган ишқорларга солишга рухсат этилмайди.

Рангли металлларга (магний ва титан қотишмаларига) кимёвий ишлов беришда пўлатдан ясалган технологик жиҳоз (осма, тўр ва ҳоказо)лардан фойдаланишга йўл қўйилмайди. Пўлат осиш мосламалари полимер материаллар билан изоляция қилиниши лозим.

Магний ва титандан тайёрланган буюмларга ишлов бериладиган бинода кислота ва ишқорларни сақлашга рухсат этилмайди.

Ишқор эритмасидаги титан ёниб кетганда уни дарҳол ўчириш ва деталларни чиқариш керак. Ёнаётган титанни ўчириш учун фақат қуруқ қум,

доломит чанги, кукунли моддалар билан тўлдирилган ўт ўчиргичлар қўлланилиши лозим.

Титан қотишмалари хурушланадиган ванналарнинг тортиш шамоллатиш тизими қурилмалари бошқа агрегатларнинг тортиш тизимларига уланмаслиги керак. Электр ускунаси портлашга ҳимояланган тарзда ясалган бўлиши лозим.

4.6 Электр жилолашда хавфсизлик талаблари

Электр жилолаш учун эритмалар тайёрлаш вақтида аввал фосфор кислотасини, кейин сульфат кислотасини қуйиш керак. Электр жилолаш жараёнида эритма узлуксиз совитиб ва аралаштириб турилиши зарур.

Хлорид кислотасини бошқа компонентларга қўшиш учун тўсик орқасида турган ҳолда оз-оздан қуйиб жадаллик билан аралаштириш зарур.

Хлорид кислотасини ёғоч, бакелит ва бошқа органик моддалар билан ўзаро қўшилишига йўл қўйилмайди.

4.7 Электр кимёвий усулда металл қопламалар югуртириш ва нордон электролитлар билан ишлашда хавфсизлик талаблари

Нордон электролитлар билан ишлашда ходимлар эритмаларнинг уларга тегишини олдини олувчи мослама ва қурилмалардан фойдаланишлари лозим.

Осиш мосламалари кислота ва ишқорга чидамли материалдан тайёрланиши ва белгиланган тартибда синовдан ўтиши лозим.

Осиш мосламалари, шунингдек мис, рух, никел ва бошқа металллардан ясалган анодларни резина қўлқоплар кийиб тозалаш зарур.

4.8 Ишқорли электролитларга бўлган талаблар

Ишқорли электролитлар (оқартириш, рухлаш) билан ишлашда ушбу иш жараёнининг хавфсизлигини ва ходимларнинг ҳимоясини таъминловчи чоралар қўрилиши шарт.

Ваннанинг ён сўриш қурилмасининг тешикларини тўлиб қолган ишқорлардан тозалаш керак.

Осиш мосламалари ишқорий электролитли ваннанинг корпусидан ишончли тарзда изоляция қилинган бўлиши лозим.

4.9 Борфторводородли электролитларга бўлган талаблар

Борфторводородли электролитлар билан ишлаш вақтида қуйидаги хавфсизлик чора-тадбирларига риоя қилиниши лозим:

борфторводород электролит тайёрлаш учун ишлатиладиган идишнинг сигими фторводород кислотасининг ҳисобланган ҳажмидан 3-4 баравар кўп бўлиши;

эритма сачраб кетмаслиги учун аввал бор кислота ва кейин сув билан аралаштирилган кўрғошин углерод оксидини оз-оз миқдорда қўшилиши;

борфторводород электролитларни махсус жиҳозланган жойда респиратор тақиб, резина қўлқоплар, фартук ва резина этиклар кийиб маҳаллий тортувчи шамоллатиш қурилмаси ишлаб турган пайтда махсу кўрсатмаларга мувофиқ тайёрланиши ва ишлатишда махсус йўриқномаларга амал қилиниши лозим.

4.10 Хурушлаш ва металл қопламалар югуртириш учун ванналарга бўлган хавфсизлик талаблари

Металлга кимёвий ва электр кимёвий ишлов бериш учун ишлатиладиган ванналар ён сўрғичлар билан жиҳозланиши лозим. Юқори ҳароратда ишлайдиган ванналардаги маҳаллий тортувчи шамоллатиш тизими ваннани қиздириш бошланиши билан юргизилиши ва у тўлиқ совигандан сўнг ўчирилиши керак.

Металларни хурушлаш ва қопламалар югуртиришда ишлатиладиган махсус, оғир ванналарни ўрнатиш усулларига қўйилган хавфсизлик талаблари тайёрловчи- завод томонидан кўрсатилган бўлиши керак.

Ускунани монтаж қилиш тайёрловчи-завод лойиҳаси ва йўриқномаларига мос ҳолда бажарилиши керак.

Монтаж қилиш вақтида лойиҳани ишлаб чиққан ташкилотнинг рухсатисиз чизмаларга ўзгартириш киритиш ёки ундан четга чиқишга рухсат этилмайди.

ХУЛОСА

Ушбу битирув малакавий тадқиқот ишнинг тушунтириш хати қисмида хомашё тавсифлари, титан қотишмаларининг турлари ва физик, кимёвий, механик хусусиятлари, титан қотишмаларини ҳосил қилиш технологиялари, деталлар сиртини титаннинг турли хил қотишмалари билан қоплашдаги электролитлар ва иш режимлари, уларни олишдаги электролитларнинг айрим хусусиятлари, титан қотишмаларидан олинган қопламаларнинг микроқаттиқлигини, коррозиябардошлилигини, иссиқлик ва емирилишга чидамлилигини аниқлаш усуллари бўйича барча маълумотлар келтирилган, ушбу маълумотлар кейинги йилларда нашр этилган манбалар ва интернет материаллари асосида тўпланган бўлиб, бундай қопламалар ҳосил қилиш билан боғлиқ бўлган технологик жараёнлар механизмини батафсил баён этган. Титан қотишмаларидан олинган қопламаларнинг физик кимёвий ва механик хусусиятларини турли хил жадваллар, графиклар асосида келтириб ўтилган. Бундай қопламалардан тайёрланган қопламалар буюмларга нафақат механик мустаҳкамлик беради, балки уларнинг декоратив, ялтироқлик кўриниши, иссиққа ва емирилишга бардошлилигини ҳам бирмунча оширади, айниқса коррозияга ўта бардошли ҳисобланади. Бу эса бозор иқтисодиёти даврида ундан тайёрланган буюмларга бўлган талаб ва эҳтиёжни янада ортишига сабаб бўлади. Машинасозлик, кemasозлик деталлари титан билан қопланганда уларнинг массалари ортиб кетмаслиги, коррозиябардошлилиги янада ортиши билан алоҳида аҳамият касб этади.

Битирув малакавий ишда содда ўзимизда мавжуд бўлган электролизёрлар ва маҳаллий хом-ашёларидан фойдаланиш натижасида олинаётган титан қотишмали қопламаларнинг ва улардан тайёрланаётган буюмларнинг таннарни анча арзонлашади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2016 йил 30 декабрь куни мамлакатимизнинг етакчи илм-фан намоёндалари билан учрашув суҳбати.
2. Ш.М.Мирзиёев. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. Тошкент, “Ўзбекистон”.., 2017 йил, 488 бет.
3. И.А.Каримов. Жаҳон инқирозининг оқибатларини енгиш, мамлакатимизни модернизация қилиш ва тараққий топган давлатлар даражасига кўтариш сари. Тошкент., “Ўзбекистон”.., 2010 йил., 279 бет.
4. А.А.Avalboyev., S.S.Vaqqosov “Metall va kompozitsion qoplamalar”, Jizzax, 2015 yil, 310 bet.
5. В.И.Лайнер. Гальванические покрытия легких сплавов. Изд. Металлургиздат. Москва. 1959 год. 70 стр.
6. Р.С.Сайфуллин. Комбинированные электрохимические покрытия и материалы. Москва. Издательство «Химия». 1972. 167 стр.
7. Вирбилис С. Гальванотехника для мастеров. Справочник. М.: Металлургия, 1990. 208 стр.
8. Бахчисарайцян Н.Г. и др. Практикум по прикладной электрохимии. М. выс. шк. 1990. 148с.
9. Б.Урдушева, Н.Тангяриков, И.Тиркашев. Амалий электрохимё. Жиззах, 2006 йил.
10. В.Б. Дамаскин, О.А. Петрий. Электрохимия. Выс. шк., 1987 год 295 с.
11. М.А. Дасоян, И.Я. Польшкая, Е.В. Сахарова. Технология электрохимических покрытий. Машиностроение 1989 г. 391 с.
12. Бондарь В.В., Гринид В.В., Павлов В.Н. Электроосаждение двойных сплавов (Итоги науки и техники. Серия электрохимия). М.: ВИНТИ, 1980. Вып. 16. 329 стр.
13. Бородин И. Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями. М.: Машиностроение, 1982. 142 стр.

14. Вайнер Я.В., Дасоян М.А. и др. справочник по защитно-декоративным покрытиям. М. – Л.: Машгиз. 1961. 480 стр.
15. Вайнер Я.В., Дасоян М.А. Технология электрохимических покрытий. Л.: Машиностроение, 1972. 464 стр.
16. Вишенков С.А. Химические и электрохимические способы осаждения металлопокрытий. М.: Машиностроение, 1975. 312 стр.
17. Вячеславов П.М. Осаждение сплавов. Л.: Машиностроение, 1977. 96 стр.
18. Гончаренко К.С. Пористое хромирование деталей машин. Москва-Киев, Машиздат, 1960. 171 стр.
19. Грачева М.П. Гальванотехника при изготовлении предметов бытового назначения. М.: Легкая индустрия, 1970, 304 стр.
20. Грилихес С.Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. Л.: Машиностроение. 1977. 112 стр.
21. Грихилес С.Я. Оксидные и фосфатные покрытия металлов. Л.: Машиностроение, 1978. 104 стр.
22. Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева. Т. 25, № 2. 1980. 120 стр.
23. Иванов Б.И. Очистка металлических поверхностей пожаробезопасными составами. М.: Машиностроение, 1979. 183 стр.
24. Ильин В.А. Цинкование, кадмирование, лужение и свинцевание, Л.: Машиностроение, 1977. 96 стр.
25. Инженерная гальванотехника и приборостроении/Под ред. Гинберга А.М. М.: Машиностроение, 1977. 512 стр.

Интернет маълумотлари:

1. www.ziyonet.uz
2. www.edu.uz
3. www.google.ru
4. www.ecologye.ru
5. www.galvan.ru