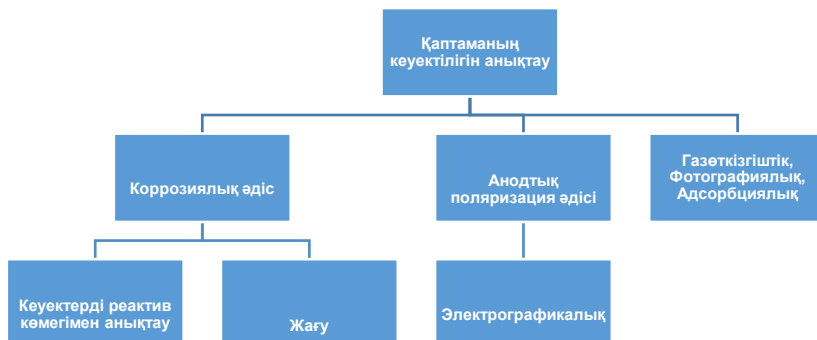


14-ДӘРІС

Қаптаулардың сапасын бақылау әдістері

Қаптаманың кеуектілігін анықтау



Қаптаманың коррозияға тұрақтылығы, яғни, кез келген аймаққа қолдануға жарамдылығы оның кеуексіздігіне байланысты. Сондықтан да катодтық қаптамалардың қорғаныс қасиетін бағалауда кеуектілікті анықтау маңызды болып табылады.

Электролиздік қаптамаларды тесіктер мөлшері бойынша: микрокеуек (радиусы 15×10^{-6} кіші), макрокеуек (радиусы 10^{-3} жоғары), кеуектер болып бөлінеді. Тесіктер реттік қатар түрінде, яғни, негізгі металға немесе қабат соңына дейін немесе тұйық болуы мүмкін. Тесіктерге әр түрлі форма тән. Олар бір-бірінен мөлшері бойынша біршама ерекшеленеді. Тесіктер электролиздік қаптама құрылысының ерекшеліктеріне байланысты туындайды және қаптама пайда болатын ішкі кернеу әсерінен түзілуі мүмкін. Макротесіктер қаптаманың бетінің нашар майсыздандырылуынан, электролиз процесі кезінде шлам тұнуы салдарынан, қабат астында немесе негізгі металл бетінде өткізбейтін аймақтар пайда болуынан түзіледі. Қорғаушы және қорғаушы – әсемдік қаптамалардың, сонымен қатар үйкеліске тұрақты хромды қаптамалардың кеуектілігін анықтауда бірнеше әдістер белгілі. Электролиздік қаптамалардың кеуектілігін өлшегенде кең қолданылатын қарапайым әдіс - коррозиялық әдіс болып

табылады. Бұл әдісте тесіктерді бөліп шығаруда металл қаптамаға әсер етпейтін, тесіктер арқылы түпкі негіз металмен әрекеттесетін және жақсы көрінетін реакция өнімдерін түзетін арнайы еріткіштерде зерттелетін үлгіні өңдейді. Табылған коррозия ошақтарын көзбен немесе арнайы үлкейткіш құралдармен санайды. Тесіктерді анықтауда түпкі негізгі металмен боялған қосылыстар беретін химиялық реактивтер көмегімен жүретін әдістер кең тараған. Сынақты жүргізу әдісі әр түрлі болуы мүмкін. Кейбір жағдайда сыналатын үлгіні біраз уақыт бойы электролитке батырып қояды. Содан кейін оны алып, боялған нүктелерді санайды. Кей жағдайда сыналатын үлгіні электролитке батырмай, жай тампонмен сүртеді.

Сондай кең тараған әдістердің біріне жағу жатады. Қаптама бар бөлшектерге арнайы ерітінділермен немесе пастамен ылғалдандырылған сүзгі қағазын жаяды.

Майсызданған бөлшек беті не арнайы құрамды ерітінділер сіңірілген сүзгі қағазын жазып салады. Сүзгі қағазды бөлшек бетімен қағаз ортасында ауа көпіршіктері болмайтындай етіп орналастыру қажет. Нүкте немесе дақ түріндегі тесік көшірмесі бар алынған қағазды дистилденген су ағынында жуып, таза шынының бетінде кептіреді.

Ал мысты қаптамаларда қағазды 20 минуттан кейін, қалайы бетіндегі жұқа қабатты никель қаптамасы үшін қағазды 5 минуттан кейін, қорғасыннан басқа қаптама типтері үшін қағазды 10 минут өткеннен кейін ғана алады. Мысқа одан жезге жеткен саңылауларды тапқаннан кейін, кеуекті көшірмесі бар сүзгі қағазын жуып, шыны бетіне жазып салып, оның бетіне тегістеп калийдің гексацианофератын $(K_4FeCN)_6^-$ (40 г/л) жағады. Бұл кезде сары нүктелер (никель іздері) жоғалып кетеді. Содан кейін қағазды су ағынында жуып, шыны бетінде кептіреді. Қағаз бетінде қалған қызыл-қоңыр және көгілдір нүктелерді санайды.

Никельге дейінгі кеуекті тесіктерді анықтауда қағазды қосымша диметилглиоксимның аммиакты ерітіндісінде (1л12,5% аммиактың сулы ерітіндісінде 2г диметилглиоксим) өңдейді. Тесіктер орынында никельге тән ашық қызғылт түсті дақтар мен нүктелер пайда болғаннан кейін қағазды су ағынында жуып, шыны бетінде кептіреді. Сонда болат және мысқа дейінгі іздер

ағарып тұрады да, никельге дейінгі тесік санын есептеуге кедергі келтірмейді. Тура осындай ерітінділер жез, никель, мыс беті не күміс және алтын қаптамасының кеуектілігін анықтауда қолданылады.

Пастаны жағу әдісі болат, мыс, алюминий, мырыш және олардың құймаларының бетіндегі металдық қаптамалардың, сонымен қатар алюминий және оның құймаларының, әр түрлі формадағы, мөлшердегі бөлшектердің бетіндегі металл емес бейорганикалық қаптамалардың кеуектілігін анықтауда қолданылады. Бұл әдісті күрделі пішінді бөлшектер үшін қолданған тиімді. Ұсақ пішінді бөлшектер үшін болатқа дейін жететін тесіктерді анықтауда құю әдістерін қолданады. Қалайы бетіндегі қорғасын қаптамаларының кеуектілігін анықтауда салу әдісімен қатар нақтылықтары бірдей жағу әдісін қолдануға болады. Мыс және жез бетіндегі қорғасын, мырышты және кадмийлі қаптаманың кеуектілігін анықтауда анодты поляризация әдісі қолданылады.

Электрографикалық әдіс - тоқ қатысында жүретін коррозиялық сынақ әдістерінің бір түрі. Әдіс белгілі бір потенциалда негізгі металл қаптама тесіктері арқылы еріп, еру өнімдері айқындағышпен әрекеттескенде беттік қабатта тесіктердің таралу сипатын беретін боялған көшірме береді. Мұндай сынау әдісі практикада ұтымды қолданылуда.

Қорғаушы және қорғаушы әсемдік қаптамалардың кеуектілігін анықтайтын басқа да әдістер (газөткізгіштік, фотографиялық, радиохимиялық, адсорбциялық) кең қолданыс таппады. Бірақ арнайы зерттеулерде немесе эталонды тексеруге қолдануға болады. Үйкеліске төзімді хромды қаптамалардың кеуектілігін анықтау әдістері жоғарыда берілген әдістерден ерекшеленеді. Себебі, хромды қаптамадағы каналдар мен тесіктер кең тарала және шоғырлана орналасады. Хромды қаптаманың кеуектілігін бағалаудағы неғұрлым қарапайым әдіс визуалды, яғни, хромды бетті зерттеуді үлкейткіш көмегімен және оны эталонмен салыстыру арқылы жүргізуге болады.

Контактылық көшірме әдісі бетті арнайы пастамен өндеп, қаптаманың бетін фотоқағазда шығаруға негізделеді. Фотоқағаздағы көшірме паста құрамындағы натрий сульфитінің бромды күміспен (қара түс) әрекеттесу нәтижесінде алынады.

Хромның кеуектілігін анықтауда жоғарыда тізіп көрсетілген әдістерден басқа келесі әдістерді беруге болады:

1. Парафин сіңіргенге дейінгі және кейінгі бөлшек массасының айырмашылығына негізделген әдіс.

2. **Сынапты порометрия әдісі.**

3. Май сыйымдылық әдісі.

Қаптаманың жылтырлығын өлшеу

Қаптаманың жылтырлығы оның физика - химиялық қасиетіне жатады және жылтырлықпен және күңгірттікпен сипатталады. Жылтырлықты бағалаудың ең қарапайым әдісі - визуальды бақылау болып табылады. Бірақ ол субъективті және тек сапалық көрініс береді. Сондықтан да визуалды бақылауды жылтырлықты анықтау тәжірибелері кезінде алдын ала бағалау ретінде қолдануға болады.

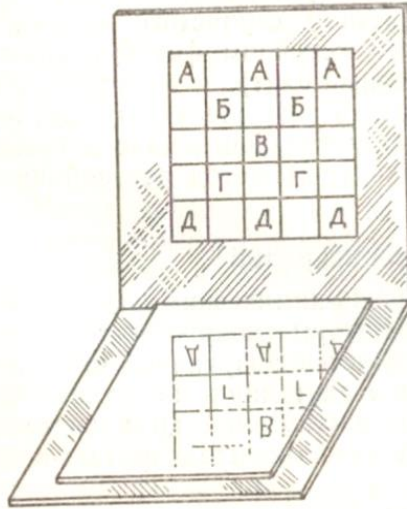
Металдық беттің жылтырлығы металл бетіне түсетін жарықтың барлық бағытта тең таралмауына байланысты. Мұндай құбылыс күңгірт беттерде жиі байқалады. Ал жарық беттік қабаттан геометриялық оптика заңдылығына сәйкес шағылысады (шағылысу бұрышы түсу бұрышына тең). Жарық неғұрлым бетке аз тараса, соғұрлым шағылысу жоғары болып, бет жылтырай түседі.

Өлшеу кезінде шағылған жарық оптикалық құрал фотометрмен немесе фотоэлектрлік құрал (фотоэлектрлік әдіс) фотоэлементпен ұсталып қалынады. Беттің жылтырлық дәрежесін блескомермен өлшеу жылтыраған бетте заттың бейнелену нақтылығы нашар болған сайын олардың арақашықтығы соғұрлым үлкен болуына байланысты.

Жұмыс принципі шағылысқан жарықты оның күміс айнада шағылысу дәрежесіне байланысты өлшеуге негізделген фотоэлектрлі **блескомер** ФБ-2 практикада кең қолданыс тапты. Зертханалық жағдайда жүргізілетін зерттеулерде А.Т. Ваграмянның

және З.А. Соловьевтің электролиз процесінде электролиздік қаптаманың жылтырлығын зерттеуге арналған жылтырлықты анықтағыш қолданылады. Зертханалық және өнеркәсіптік жағдайда қисық сызықты және жазық беттің аз аймағында ғана айналы шағылысу коэффициентін анықтау үшін ФЗ-65 айналы фотометрі қолданылады. Құралдың өлшеу қателігі $\pm 5\%$. Бұл қондырғыда сфераның қисықтық радиусы 60 мм және одан жоғары болатын қисық сызықты беттердегі ғана емес, сондай-ақ тегіс беттердегі айналы шағылысу коэффициентін өлшеуге болады.

Өнеркәсіптік (цехтарда) жағдайда электролиздік қаптамалардың жылтырлығын анықтауды тіке бойынша жылтырлықты анықтайтын әдістемемен жүргізу ұсынылады. Зерттелетін үлгіні технология өндірісінің қажетіне байланысты дайындайды. Жылтырлықты анықтауда, вертикал тұрған бетке шыны немесе сурет жапсырылатын тік бұрыш бойымен иілген органикалық шыныдан тұратын көмекші аспап пайдаланылады (1 - сурет). Жылтырлық дәрежесін бақылаудан 30 см алшақтықта бағалайды. Затқа жарық сол жағынан және артынан түсетіндей етіп орналастырылады. Жылтырлықты келесі сапалық көрсеткіштері бойынша бағалайды: айналылығы - беттегі бейнеленген суреттің айқындығы айнадағы бейнеге сәйкес келуі керек. Жылтырлығы бетте суреттің айқын бейнеленуі, бірақ бейненің жоғарғы жағы бұлдыр, жартылай жылтыр сурет бейнесі көрінеді, бірақ нақты емес, күңгірт сурет бейнесі өте бұлдыр және үлгінің бөліктері суретке жақын аймақта ғана көрінеді, терең күңгірт заттың бейнесі мүлде көрінбейді.



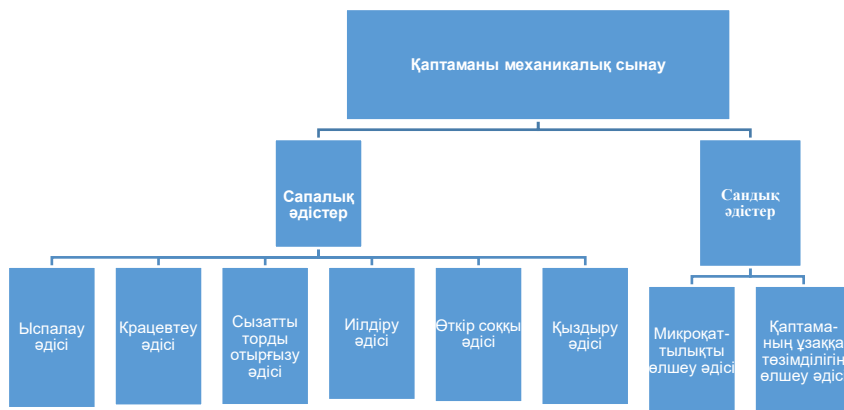
1-сурет. Қаптаманың жылтырлығын анықтайтын аспап

Өнеркәсіптік жағдайда жылтырлықты анықтау эталондармен салыстыруға негізделген визуалды әдісті қолдануға болады. Бұл үшін нағыз күңгірттен нағыз жылтырға дейінгі тоғыз эталон дайындайды. Зерттелетін үлгінің жылтырлық шамасы эталон нөмірімен анықталады.

Қаптаманы механикалық сынау

Қаптаманың негізгі металмен берік ілінісуі - металдық қаптамаларды қолдануға жарамдылығын сипаттайтын негізгі факторлардың бірі. Қаптаманы отырғызбас бұрынғы негізгі металдың беттік қабатының жағдайы ілінісу беріктігін анықтайды. Қаптаманы отырғызғанға дейін бөлшек бетін тазалау маңызды болып табылады. Себебі ластағыштардың іздері олардың берік ілінісуіне мүмкіндік бермейді. Егер негізгі металл бетінің кедір - бұдырлық дәрежесі жоғары болса ілінісу соғұрлым берік болады, яғни, негізгі металл мен қаптаманың жанасу ауданының үлкеюі оң әсер етеді. Сондықтан да шлифтеу, полирлеу, майсыздандыру, желіну, активтеу секілді дайындық әдістері ілінісу сапасын жақсартуға үлкен әсер етеді. Айта кететін

жайт ілінісу сапасына тек алдын ала жүргізілетін дайындық әдістері ғана емес сонымен қатар электролит құрамы және электролиз режимі де әсер етеді.



Цехтық практикада ілінісу беріктігін анықтауда қаптама металдарының және бөлшектің негізгі металының физика-химиялық қасиеттерінің әр түрлігіне негізделген сапалық әдістер қолданылады.

Сапалық әдістердің көбі негізгі металл және қаптаманың бұзылуының салдарынан пайда болатын үлгінің терең деформациясына негізделеді. Бақылау әдістері қаптама металына, бөлшектің қолдану аймағына және түріне байланысты таңдалынып алынады. Бақылауда әр түрлі қондырғылар және әртүрлі типтегі әдістерді (полирлеу, крацевтеу дөңгелектері, муфель пештері) қолдануға болады.

ыспалау әдісі бетті 15 с аралығында полирлеуге негізделеді. Осы мақсатта арнайы пасталар (крокусты, хромды) және тоқымадан, фетрадан жасалған дөңгелектер қолданылады. Полирлеу жылдамдығы 20-30 м/с. Полирлеуден кейін беттік қабатта ісінген және қыртыстанған, қатпарланған жерлер болмауы тиіс.

Крацевтеу әдісі бетті 15 с аралығында крацевтеуге негізделеді. Осы мақсатта сымның диаметрі 0,1-0,3 мм, айналу жиілігі 1500-2800 айн./мин болаты және жезді щеткалар

қолданылады. Крацевтеуден кейін беттік қабатта ісінген және қыртыстанған жерлер болмауы тиіс.

Сызатты торды отырғызу әдісі болат өсінділері бар бақыланатын қаптаманың беттік қабатына тереңдігі түпкі металға дейін жететін төрт – алты параллельді сызықтарды бір - бірінен 2-3 мм арақашықтықта және төрт – алты параллельді сызықтарды біріншіге перпендикуляр етіп отырғызуға негізделген. Үрдістен кейін бақыланған беттік қаптамада қыртыстанған жерлер болмауы тиіс.

Илдіру әдісі қаптамасы бар бөлшектерді сынғанға дейін екі жақтан 90° бұрышқа дейін илдіруге негізделген. Қаптаманың сынған жері қыртыстанбауы керек.

Үлгіні аралу кезінде қаптаманы аралау орынында қыртыстану болмауы қажет.

Ілінісуді **соққы** әдісімен бағалағанда белгілі бір биіктіктен берілетін өткір соққы қолданылады. Беттің сыналушы аймағы неғұрлым көп өткір соққыға шыдаса, соғұрлым ілінісу беріктігі артады.

Нығыздау әдісінде материалдардың терең деформацияға шыдамдылығын анықтауда Эриксен тығыздалуы қолданылады. Егер де қаптамасы бар және қаптамасы жоқ үлгілерді нығыздағанда сызаттар бірдей тереңдікте пайда болса сынау нәтижелері жақсы болып саналады. Қаптама бар үлгіде сызат пайда болғанда негізгі металдан қаптаманың бөлінуі байқалмайды.

Қыздыру әдісі қаптама бар бөлшектерді 0,5-1 с уақыт аралығында қыздыруға және ауада суытуға негізделген. Қыздыру температурасы әр түрлі материалдар үшін түрліше болып келеді. Қыздырғаннан кейін бақыланатын бөлшекте ісіну және оның қыртыстануы болмауы керек.

Ілінісу беріктігін анықтайтын сандық әдіс қаптаманы жұлып алуға немесе оны қиып тастауға қажет күшті анықтауға негізделеді. Өлшеудің сандық әдісінің сапалыққа қарағандағы артықшылығы ол абсолютті мәндерді, шамаларды анықтауға мүмкіндік береді. Бірақ, сынақ қондырғыларының құнының жоғарылығы арнайы үлгілерді дайындауда қажырлы еңбекті қажет ететіндіктен өндірістік жағдайда бұл әдісті қолдану шектеулі болады.

Ленсовет атындағы ЛТИ - да ілінісу беріктігін өлшеуде диаметрі 10 мм, ұш жағына конустық үшкір қойылған цилиндрлік үлгі қолданылады. Цилиндрдің және конустық үшкірлердің кірер беттік қабатына 10 мкм қалыңдықта металл қабаты жағылған. Оның үстіне реттік үзілістің алдын-алу үшін қосымша металл қабатын жағады (150 мкм төмен емес). Қаптаманы отырғызғанда үлгінің бүйірлік беті полихлорвинилді түтікпен оқшауландырылады. Ілінісу беріктігі үшкірдің үзуші машина көмегімен қаптаманы бөліп алу күшімен анықталады. Үзіп алу тұрақты жылдамдықта жүргізіледі. Себебі, үзіп алу жылдамдығы алынған нәтижелердің абсолютті мәніне әсер етеді. Үшкірлердің (шпилкалардың) бүйірінің диаметрін 0,1 мм дәлдікке дейін микроскоппен өлшейді. Қаптаманың қаттылығын өлшеу әдісі алмазды пирамидалармен статистикалық нығыздауға (0,02Н - **ден 2 Н дейін**) негізделеді. Басқаша айтқанда микроқаттылықты өлшеу әдісі.

Микроқаттылық М.М. Хрущева және Е.С. Беркович құрас-тырған арнайы **құрал-микротвердомер** (ПМТ-3) көмегімен өлшенеді (2 - сурет). Құралдың негізгі элементі вертикалды микроскоп (1), **2-нығыздаушы ұштама**. Нығыздау қондырғысы екі пружинаға бекітілген штоктан тұрады. Штоктың төменгі ұшына алмаз орналастырылса, штоктың жуан жағына жүк қойылады. Нығыздау үшін жүгі бар штокты босату мақсатында арретира бұрандасын айналдырады. Алынған ромбалы көшірме микроскоп көмегімен байқалады.

Ал диагональ ромба окулярлы микроскоп көмегімен өлшенеді. Қаптаманың микроқаттылығы (Н) жүктемені Р алынған көшірменің бүйірлік бетінің ауданына F бөлу арқылы анықталады.

$$H = P/F = 1,854 P/d^2$$

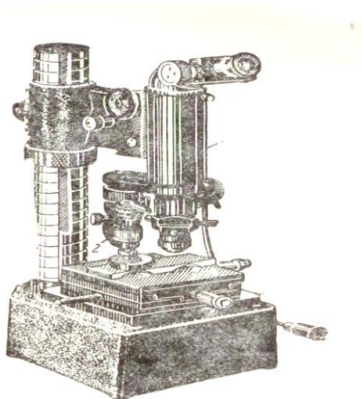
Мұндағы Р – пирамидаға түсірілетін жүктеме; d - жүктемені алғаннан кейінгі көшірме диагоналының ұзындығы.

Жүктемені арттырған сайын микроқаттылық тұрақтана бастайды.

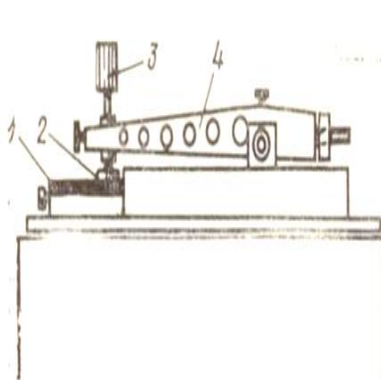
Микроқаттылықты өлшеудің салыстырмалы мәндерін алу үшін көшірме диагоналының тұрақты ұзындығында жүргізу керек.

Ол үшін алмазды пирамиданы қажетті диагональ ұзындығы бар көшірме алғанға дейін жөнге салып отырамыз.

Қаптаманың ұзаққа төзімділігіне арналған аспап жасалынған (3-сурет). Ол үлгінің қайталама-түсу қозғалысын қамтамасыз етеді. Қозғалмалы жұп қажетті мөлшерде сәйкес электролиздік қаптамамен қапталған қозғалмайтын жазық параллелді пластинкада қозғалмай айналатын қаптама отырызылған диаметрі 15 мм жез немесе болат дискілерден тұрады. Үлгіге жүк ретінде гирлер қолданылады. Бір мезгілде үйкеліске бірнеше үлгілер түсіріледі. Қаптаманың ұзаққа тұрақтылығын негізгі металдың жаңарғанға дейінгі үлгінің үйкелу уақыты бойынша анықтайды. Үлгінің жоғары төзімділікке тұрақтылығын оның массасының жоғалуы арқылы анықтайды.



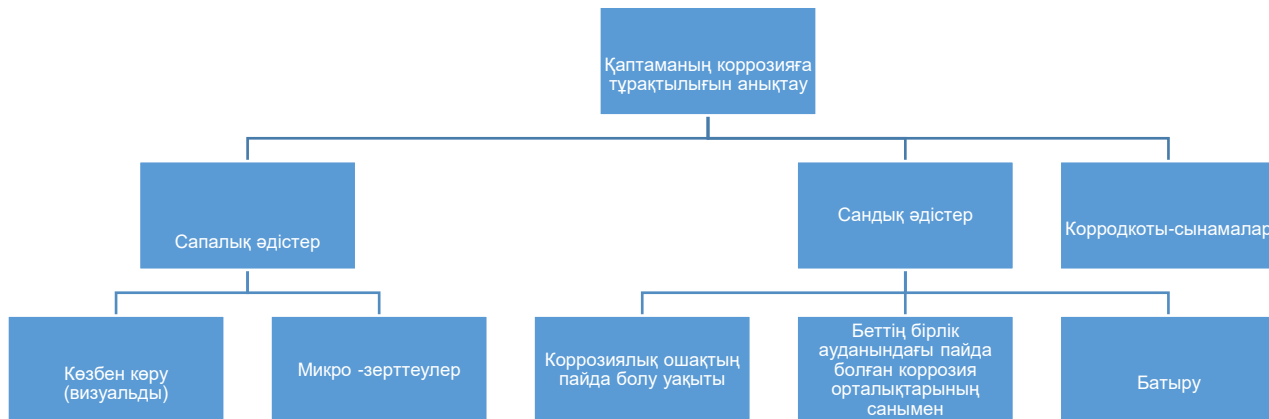
2 - Сурет. Микроскопты анықтайтын аспап



3 - Сурет. Төзімділікті анықтайтын аспап

1 - пластина; 2 - жылжымалы диск; 3 - гирлер; 4 - коромысло

Қаптаманың коррозияға тұрақтылығын анықтау



Металдың коррозияға тұрақтылығы оның тасымалдануына байланысты қоршаған ортаның әсерінен туындайтын химиялық немесе электрхимиялық бұзылуларға төтеп беру қабілетіне байланысты болады. Бұйымның коррозияға тұрақтылық қабілетін сандық және сапалық тұрғыдан бағалайды. Бағалаудың сапалық әдістеріне көзбен көру тәсіл және микрозерттеулер жатады. Беттік жағдайды визуалды бақылау коррозия өнімдері үлгіде ерімейтін тұнба түрінде қалғанда жүргізіледі. Бақылау барысында өзгерістерді қысқаша сипаттау немесе суретке түсіру арқылы белгілейді. Микрозерттеулерді коррозияға ұшыраған үлгілерді неғұрлым терең зерттегенде қолданады. Мұндай зерттеулерде көбінесе 20-100^x есе үлкейтіп көрсететін бинокулярлы микроскоп қолданылады.

Коррозияға тұрақтылықты сандық тұрғыда қарапайым көрсеткіштермен бағалауға болады: беттің бірлік ауданындағы пайда болған коррозия орталықтарының санымен және бірінші коррозиялық ошақтың пайда болу уақыты секілді белгілермен анықтайды.

Бөлшектердің коррозияға тұрақтылығы жөніндегі неғұрлым дұрысырақ пікірді табиғи эксплуатациялық жағдайда сынау арқылы алуға болады. Бірақ мұндай сынаманы жүргізу ұзақ болғандықтан оны өндірістік жағдайда қолдануға келмейді. Себебі, өндірістік жағдайда жылдам орындалатын сынақ түрлері қолданылады. Металдың коррозияға тұрақтылығын анықтаудағы неғұрлым қарапайым және тиімді әдіске ашық түтікте сынау әдістері, яғни, батыру әдісі жатады. Бұл үшін инертті материалдан (капроннан, жібектен және т.б.) жасаған жіпке үлгіні іледі. Бір түтікте тек жалғыз үлгі сыналады (немесе бірнеше параллельді үлгілер іледі). 1 см² бет ауданына 20-дан 200 мл - ге дейін ерітінділер жұмсалады. Үлгі ерітіндіге толығымен немесе жартылай батырылады. Үлгіні ерітіндіге батырған жағдайда коррозиялық процесс ауа - ерітінді арасында жылдамырақ жүргендіктен бұл жағдайды есептеулер жүргізгенде есепке алу керек.

Сынауы жылдамдату үшін еріткішті араластыру, сонымен қатар үлгіні ерітіндіге бір алып, бір салып тұру қажет. Үлгіні ерітіндіге қайталама алып - салу принципі кейбір қондырғыларда автоматты түрде орындалады. Атмосфералық коррозия туындайтын жағдайларда жүргізілетін сынамаларды арнайы ылғал камераларда орындайды. Ылғал камералардағы үлгілерге периодты түрде пульверизаторлардан коррозиялық ерітіндіні шашып отырады. Пульверизатордың алдында 45⁰ бұрышқа бұрыла алатындай шыны экран орналастырылған. Арнайы вентилятор камерадағы ылғалды бірыңғай тұтас етіп таратады. Көбінесе шашыратқыш еріткіш ретінде 3% натрий хлориді қолданылады.

Никель - хром немесе мыс - никель - хром сияқты көп қабатты қаптамалар үшін коррозиялық тұрақтылықты тексеруге корродкот-сынамалар қолданылады. Ол сынама қаптама бетіне арнайы сынамаларды жағуға негізделген. Жемірілу - **сынамалар** өндірістегі бақылауда қолданылады. Сынаманың зерттеу нәтижелері өте тез орындалады.

Бақылау сұрақтары

1. Қаптаманың қалыңдығын тексеру барысында бұзылған және бұзылмайтын тәсілдерінің мысалдарын білесіз бе?
2. Қалыңдықты ағынды және тамшы әдісімен тексерудің дәлдігі қандай?
3. Қалыңдықты тексерудің қандай әдісі ең дәл?
4. Қандай кеуектер (микро кеуектер немесе макро кеуектер) жемірілу әдіс арқылы анықталуы мүмкін?
5. Бриннель немесе Роквелл құралдарын пайдалана отырып, гальваникалық қаптаманың қаттылығын неге анықтауға болмайды?
6. Қаптаманың жылтырлығы қалай бағаланады?
7. Ақаулар мен дефект түрлері қандай?
8. Қаптаманың қалыңдығын қандай бұзылмайтын әдіспен анықтауға болады?

Әдебиеттер тізімі

1. Кудреева Л.К., Курбатов А.П. Гальваникалық қаптамалар алудың технологиясы бойынша практикалық жұмыстарды орындауға оқу - әдістемелік құралы, 2009. – 34 б.
2. Кудреева Л.К., Курбатов А.П. Гальваникалық қаптамалар алу технологиясы оқу құралы, 2013. – 187 б.
3. Миомандр А.В. Садки С., Одебер П. Электрхимия. М., 2008.
4. Дасоян М.А. и др. Технология электрохимических покрытий – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. -391 с.
5. Кудреева Л.К. Гальваникалық қаптамалар алу технологиясы, оқу құралы, 2013. – 184
6. Вячеславов П. М. Электролитическое осаждение сплавов. М., Л.: Машиностроение, 1977. 92 с.
7. Грилихес С. Я. Обезжирование, травление и полирование металлов. Л.: Машиностроение, 1976. 208 с.
8. Грилихес С. Я. Электрохимическое полирование. Л.: Машиностроение, 1976. 208 с.
9. Дасоян М. Я., Пальмская И. Я. Оборудование цехов гальванических покрытий. М.: Машиностроение, 1979. 315 с.
10. Каданер Л. И. Справочник по гальваностегии. Киев: Техника, 1976. 253 с.
11. Кудрявцев Н. Т. Электролитические покрытия металлами. М.: Химия, 1979. 352 с.
12. Лайнер В. И. Защитные покрытия металлов М.: Metallургия, 1974. 560 с.
13. Оборудование цехов электрохимических покрытий: Справочник/ Александров В. М., Антонов Б. В., Гендлер Б. И. И др.; Под ред. П. М. Вячеславова. Л.: Машиностроение, 1987. 309 с.
14. Серебряный Л. А. Безопасность труда при нанесении гальванических покрытий. М.: Машиностроение, 1980. 70 с.
15. Ямпольский А. М. Гальванические покрытия. Л.: Машиностроение, 1978. 168 с.
16. Ямпольский А. М., Ильин В. А. Краткий справочник гальванотехника. Л.: Машиностроение. 1981. 270 с.
17. Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии - М.: Высшая школа, 1987. – 319 с.
18. Шмелева Н. М. Контроль работ по металлопокрытиям. М.: Машиностроение, 1981. 173 с.