

**ÓZBEKSTAN RESPUBLIKASÍ JOQARÍ HÁM ORTA ARNAWLÍ
BILIMLENDIRIW MINISTRIGI**

**ÁJINIYAZ ATÍNDAGI NÓKIS MÁMLEKETLIK
PEDAGOGIKALIQ INSTITUTÍ**



**SÚWRETLEW ÓNERI HÁM MIYNET TÁLIMI FAKULTETI
MIYNET-TALIMI KAFEDRASÍ**

5112100-Tálim hám tarbiya teoriyası hám metodikası (Texnologiyalıq tálim)
bagdarı 2-kurs magistrantı

**Jumabaev Jaqsiliqtıń
PITKERIW QÁNIGELIK JUMÍSÍ**

**TEMA: “Temir uglerod birikpelerin cinklew procesine
tayarlaw”**

Magistrant:

J.Jumabaev

Ilimiy basshi:

B.Dauletmuratov

Kafedra baslığı:

B.Dauletmuratov

Kafedra májlisiniń 2021-jıl ____-may sánesindegi № ____ protokoli menen qorǵawǵa ruxsat berildi

Nókis-2021

TEMA: TEMIR UGLEROD BIRIKPELERIN İSSÍ CINKLEW

PROCESSINE TAYARLAW

REJE:

Kirisiw.....2-5

I BAP. KORROZIYA HÁM KORROZIYA TÚRLERI

§ 1.1. Metallar «korroziyası» terminin anıqlaw.....

§ 1.2. Metallar korroziyasınıň xalıq xojalığındağı ziyanı.....

§ 1.3. Korroziya processleri klassifikasiyası hám korroziyalıq jemiriliwdiň kórinisleri.....

§ 1.4. «Metallardı korroziyadan qorǵaw» usıllarınıň rawajlanıwı

II BAP. TEMIR UGLEROD BIRIKPELERI HAQQÍNDA MAGLÍWMATLAR

§ 2.1. Birikpeler hám olardıń dúzilisi.....

§ 2.2. Metall hám birikpelerdiń qásiyetleri.....

§ 2.3. Polat, shoyın hám olardıń birikpeleri haqqında maǵlıwmat.....

III. METALL KONSTRUKCIYALARDÍ CINKLEW PROCESSINE TAYARLAW.

§ 3.1. Mexanikalıq islew beriw (Peskostruynaya obrabotka), maysızlandırıw hám maysızlandırıwdan keyin shayıw.....

§ 3.2. Metall betine ximiyalıq islew beriw (Travleniya), Ximiyalǵıq islew bergennen keyin shayıw.....

§ 3.3. Flyuslew. Cink vannasına batırıwdan aldin qurǵatıw hám qızdırıw.....

Kirisiw

Temir uglerod birikpelerin yaǵníy polat hám shoyınlardı turmısımızda, atap aytqanda awır sanaatta, samalyotsazlıqta, mashinasazlıqta sondaq-aq neft hám gazdı qayta islew sanaatında keńnen qollanıladıa. Metalldan islengen ásbap úskenerler uzaq waqıt dawamında isleydi hám olar soǵan qaray joybarlanadı (mısali, neft saqlawshı rezervuarlardıń ortasha islew müddeti 33 jılǵa mólsherlengen boladı). Apparatlardıń islew müddeti, olardı korroziyadan qorǵaw kórsetkishi arqalı belgilenedi. Metall konstrukciyalar, mashina detalları belgili waqıt islewge mólsherlengen. Biraq túrli sharayat (aktiv ortalıq, iǵallıq, duzlı, h.b) detallardıń bul müddetke shekem islewine kesen beredi yaǵníy aktiv ortalıq tásirinde metallar korroziyaǵa ushırap xızmet müddeti sezilerli dárejede páseyedi.

Aktuallığı: Ulıwma dúnya júzi boyınsha islep shıǵarılǵan metallardıń jılına 10-12 % ti korroziya nátiyjesinde zıyanlanadı hám jemirilip joq bolıp ketedi. Metallar korroziyası xalıq xojalığına úlken zıyan keltiredi. Bul zıyan - korroziya áqibetinde isten shıqqan konstrukcion materiallardı tayarlaw bahası, qaytarıp bolmaytuǵın korroziya ónimleri kórinisindegi metalldıń joǵalıp ketiwi hám de xalıq xojalığındaǵı tiklep bolmaytuǵın (gaz kelmegende kárxanalardıń toqtap qalıwı, jiberilip atırǵan gazzlardıń joǵalıp ketiwi, átirap - ortalıqtıń pataslanıwı hám t.b.) joǵaltıwlardı óz ishine aladı.

Mısali sońǵı 10 jıl ishinde polattan tayaranǵan buyımlardıń islew müddeti átirap-oralıqtıń korroziv aktivligi asqanlığı sebepli, olardı isletiwdiń barlıq tarawlarında kemeyiwi baqlanbaqta.

Teoriyalıq maǵlıwmatlarǵa qaraǵanda, metallardıń korroziya nátiyjesinde qaytarıp bolmaytuǵın jıllıq joǵalıp ketiw kórsetkishi joqarıda aytıp ótkenimizdey konstrukciyalıq úskenerlerdiń baslangısh massasınıń 10-12% - ine teń dep qabil etilgen. Ámelde bolsa, onıń ulıwma jıllıq joǵalıp ketiw kórsetkishi 20% - ti qurayıdı. Bul biz jasap atırǵan ortalıǵımızdıń korroziv aktivliginiń asqanlıǵınan derek beredi.

Metall konstrukciyalardı, úskenerlerdi korroziyadan qorǵaw ushın úskenenıń detalların arnawlı texnologiya járdeminde korroziyaǵa shıdamlı juqa qatlam menen qaplaymız yaǵníy detallar betinde izolyatsiya qatlamın jaratamız. Hám bul

arqalı detallardıń xızmet müddetin arttırıwǵa erisemiz. Sol sebepli metall konstrukciyalarına, úskenerine ximiya termikalıq islew beriw processine tayarlaw hám oǵan texnologiyalıq processti durıs saqlanǵan halda ximiya-termikalıq islew beriw nátiyjesinde úskenerdiń islew müddetin asırıw zaman talabı yaǵníy sanaattiń aldında turǵan **aktual másele** bolıp tabıldadı.

Polat hám temir buyımlarǵa eń úlken zıyanlı tásir korroziya bolıp tabıldadı.

Átirap ortalıq tásirinde metall oksidleniw nátiyjesinde onıń joq bolıp ketiwi hám jumıssıhı ónim yaki pútkıl bir sistemanı almastırıw kerek boladı.

Bul mashqalanı sheshiwshi túrli texnologiyalar islep shıǵılǵan. Olardıń barlıǵı metall betinde korroziyadan qorǵawshı qatlamdı jaratiwǵa tiykarlanǵan. Biraq, olardıń basım kóphiligi qısqa müddetli hám periodlı qayta islewdi talap etedi, basqa usıllar bolsa júdá qımbat yaki qıyın.

Ámeliy tájiriybe kórsetkeni sıyaqlı, polattan jasalǵan buyımları qorǵaw ushın eń maqul túsetuǵın material eritilgan cink bolıp, ol temir sırtı menen baylanısqanda jińishke qatlam menen qaplaydı hám isenimli qorǵaydı. Qorǵaw qatlamın jaratiwdıń bul usılı ıssı cinklew dep ataladı.

Aşıq hawada taza cink atmosferadaǵı kislород penen ximiyalıq oksidleniw reakciyasına kiredi hám sırtında ZnO oksidli plyonka payda etedi, bul bolsa korroziyaniń aldin aladı. Biz bul disserciya jumısımızda metall konstrukciyalardı yaǵníy temir uglerod birkipelerin ıssı cinklew processine tuwrı tayarlaw arqalı qaplamanıń jabısqaqlıq kúshin arttıriwdı olardıń korroziyaǵa qarsı turaqlılıǵın asırıw, xızmet müddetin uzayıtwdı **maqset etip qoydıq**. Issı cinklew processi aktiv ortalıqta metall konstrukciyaların isletiw müddetin asırıwdıń arzan hám qolaylı usılı bolıp tabıldadı. Metall konstrukciyaların ıssı cinklew processine tayarlaw bir qatar operaciyalardan ibarat óz aldına texnologiyalıq process. Texnologiyalıq processti saqlawdaǵı tiykarǵı maqset ıssı cinklew processinde jaqsı adgeziyaǵa erisiw.

Adgeziya - (lat. adhaesio - jabısıw) - betleri bir-birine tiyip turiwshı túrli jınıslı qattı yaki suyıq deneler (fazalar) díń molekulalar arasındaǵı tartısıw nátiyjesinde óz-ara jabısıp qalıwı. Birdey jınıslı deneler arasındaǵı Adgeziya kogeziya dep ataladı. Adgeziya sebepli galvanik qaplamalar, qorǵaw

qaplamları oksid perdeler payda etiw mümkin.

Bul maqsetlerge erisiw ushın tómendegi tiykarǵı wazıypalar qoyıldı.

Pútinlikti buzıwshı faktorlardı analitik kórip shıǵıw hám úyreniw.

Íssı cinklew menen korroziyadan qorǵaw processin qollanıwdı tereń úyreniw.

Qorǵaw aplamalarını jabısqaqlıq kúshine tásir etiwshi faktorlardı ajıratıp kórsetiw.

Cink qaplamasını bir tegis bolıwına tosqınlıq etetuǵın tiykarǵı faktorlardı aniqlaw hám saplastırıw.

Ilimiy jańalığı: Metall konstruciyalardı ıssı cinklewden aldın texnologik proceстиń izbe izligin, hár bir basqıshta talap etiletuǵın parametrlerdi (eritpe quramı, talap etiletuǵın waqt hám temperatura normaların) talap dárejesinde qollanıw joqarı sapalı qaplama alıwda tiykarǵı faktor ekenligin aniqladıq.

Aldın ala tayarlaw bir qansha texnologik processlerdi óz ishine aladı. Bul texnologik processler tómendegiler:

1. Jeterli dárejede mayda bolǵan metall granulaları menen kúshli hawa aǵımı járdeminde úplew arqalı (peskostruyka) islew beriw,
2. kislota járdeminde maysızlandırıw,
3. travlenie islew (metalldıń sırtqı júzine ximiyalıq usılda islew beriw),
4. juwıw,
5. flyusovanie islew,
6. flyuslewden keyin shayıw
7. qurǵatıw protsesslerin túsinemiz.

Bul texnologik protsesslerdiń izbe-izligi saqlanbasa yaki hár bir basqıshta islew beriwdede paydalanylatuǵın eritpege qosılatuǵın ximiyalıq elementlerdiń muǵdarı talap dárejesinde qosılmaǵan jaǵdayda payda etilgen sinkli qatlamnıń sapasınıń tómenlewine alıp keledi. Bul bolsa óz gezeginde waqt ótiwi menen cinkli qatlamnıń kópshiwine yaki jarıqlar payda bolıwına hám metaldıń korroziyaǵa ushırawına alıp keledi.

Biz Nawayı kán-metallurgiya kombinati mámlekетlik unitar kárxanası, Taxiyatash metall konstrukciyalar hám standart emes úskenerlerdi islep shıǵarıw

zavodında ámeliyatta boldıq. Íssı cinklew processin baqlaǵanımızda bul processtiń talap etilgen normalarda ámelge asırılmay metall konstrukciya cinklew vannasına batırılıǵanda alıńǵan qaplamanıń sapası tómen bolıp shıqqanlıgınıń gúwası boldıq. Bunday jaǵdayda cinklew processinin barlıq processleri qayta ámelge asırıladı. Ekinshi jaǵdayda barlıq barlıq talaplar orınlangánnan keyin alıńǵan qaplamanıń sapası jaqsı shıqqanlıǵın kórdik. Birinshi jaǵdayda qaplama qısǵısh hám gúńgirt reńde bolǵan bolsa, ekinshi jaǵdayda bolsa qaplama kúlreń hám jiltır reńge iye boldı. Demek cinklewge shekemgi texnologik processler durıs ámelge asırıłmasa, birinshiden bul qaplama sapasına, ekinshiden ekonomikalıq jaqtan, úshinshiden buniń ushın kóp waqıt sarplanadı.

Izertlew obiekti: túrli quramǵa iye konstrukcion polatlar.

I. BAP. KORROZIYA HÁM KORROZIYA TÚRLERI

1.1. Metallar korroziyası

Neft hám gaz sanaati sistemasında isletiletugın trubalar, truba armaturaları, nasoslar, rezervuarlar, temir jol sisternaları hám basqa metallan islengen ásbap-úskeneneler, konstrukciyalar hám basqa buyımlar, tiykarınan, uglerodlı hám kem legirlengen polatlardan tayarlanadı. Bul metalldan islengen ásbap-úskeneneler paydalaniw processinde sırtqı ortalıq (elektrolitler, atmosfera hawası hám basqlar) menen óz-ara ximiyalıq hám elektroximiyalıq processler nátiyjesinde korroziyalanıp, oksid hám gidroksidlerdi payda yetedi. Sonlıqtan metallar korroziyasi degende, olardıń sırtqı ortalıq penen óz-ara tásirlesip bolatuğın ximiyalıq yamasa elektro-ximiyalıq processler nátiyjesinde ástelik penen jemiriliwi túsiniledi. Ulıwma, korroziya sózi (ataması) latínsha «corrosio» sózinen alıngan bolıp, metalldiń tat basıwin, bólekleniwin hám jemiriliwin aňlatadı. Metallardı korroziyaǵa alıp keliwshi ortalıq korroziya ortalığı yamasa aggressiv ortalıq dep ataladı.

Metallar mexanikalıq prosesler nátiyjesinde de (tegislew, súykelisiw) jemiriliwi mümkin. Biraq bular erroziyalyq jemiriliw bolıp, metallardıń korroziyalanıwın bildirmeydi. Korroziya menen erroziyanıń birge bolıwı fretting (fretting corrosion – kóbikli jemiriliw) korroziya dep ataladı.

Ximiya sanaatınıń kóplegen texnologiyalıq processlerinde, tiykarınan, elektrolit yeritpeler qollanılıwı sebepli, elektroximiyalıq korroziya keń tarqalǵan.

Házirgi waqitta metallardiń korroziyaǵa shıdamlılıǵın asırıw boyınsha legirlew teoriyasınıń rawajlanıwına úlken áhmiet berilip atır. Korroziyaǵa shıdamlı, yaǵníy korroziyaǵa shıdam bere alatuğın polatlar hám birikpelerdi jaratiw korroziyaǵa qarsı gúresiwdiń tiykargı faktorlarından biri esaplanadı.

Bugingi kúnde korroziya procesiniń aldın alıwda isletiletugın ingibitorlar boyınsha da teoriyalıq hám ámeliy jumıslar sezilerli dárejede rawajlanıp atır. Tiykargı jetiskenliklerden biri metallardiń kislotalı ortalıq tásirinde korroziyalanıwına organikaliq ingibitorlardıń tásır etiw mexanizminiń rásmiy teoriyasın jaratiw boldı. Xalıq xojalığında ingibitorlardı isletiw menen metall

birikpeleriniń tek korroziyasınıń aldı alınbay, bálkim olardıń meyilligi, elastikligi (mayısqaqlığı) artıwına erisildi.

1.2. Metallar korroziyasınıń xalıq xojalığındaǵı ziyanı

Xalıq xojalığınıń túrli tarmaqlarında isletiletuǵın ásbap – úskeneler hám texnologiyalıq qurılmalar, tiykarınan, metallardan tayarlanǵan boladı. Atqarilatuǵın texnologiyalıq processlerdiń túrine hám sharayatına kóre, olardan birewiniń massası bir neshe júz tonnanı quraydı. Mısalı, neft-gaz benen támiyinlew sistemasında isletiletuǵın úlgili polat rezervuarlardıń massası 500 tonnaǵa shekem boladı. Paydalaniw processinde ishki hám sırtqı júzeler korroziya aktivligi joqarı bolǵan ortalıqlar (jer quramında ızgarlıq, duzlar, H₂C (Vodorod sulfid), SO₂ (oltingugurt kislotasi) bolǵan neft-gaz aǵımı) tásirinde boladı hám korroziyalanadı. Payda bolǵan korroziya belgileri konstruksiyalıq buyımlardıń, ásbap -úskenelerdiń tezde isten shıǵıwına alıp keledi. Olardı remontlaw yamasa jańalaw ushın úlken muǵdardaǵı qarjı hám metall sarpiğ kerek boladı.

Ulıwma, metallar korroziyası xalıq xojalığına úlken ziyan keltiredi. Bunı tómende keltirilgen maǵlıwmatlardan kóriwimiz mümkin.

1. Ádebiyattaǵı maǵlıwmatlarǵa kóre, jıl dawamında islep shıǵarilatuǵın polat birikpeleriniń 1/6 (altıdan bir) bólegi korroziya nátiyjesinde isten shıqqan metall apparatlardı, ásbap-úskenelerdi hám de olardıń kerekli bólimlerin almastırıw ushın sarıplanadı. Bul kórsetkishti dúnnya kóleminde kóretuǵın bolsaq, ol bir neshe million tonnanı quraydı. Bunnan kórinip turıptı, olda, bir neshe metall yeritiwshi zavodlardıń jıl dawamında islep shıǵarǵan polat birikpeleri bıykargá sarıplanadı.

2. XX - ásirdiń aqırına shekem insanlar tárepinen 35 mlrd tonnadan artıq polat birikpeleri eritip alıngan. Házirgi künde olardıń dúnnyadaǵı ulıwma kórsetkishi 14 mlrd bolıp, qalǵan bólegi bolsa korroziya ónimleri kórinisinde biosferaǵa tarqalǵan.

Korroziyadan kórilgen ziyan yeki górejettiń qosılıwınan payda boladı, yaǵníy tikkeley hám tikkeley bolmaǵan górejetlerden. Bul górejetlerdi neft hám gaz trubaları sistemasında kórsek, tikkeley górejetlerge truba metalınıń baxası, truba jáne onıń járdemshi qurılmaların quriw ushın sarplanatuǵın qarjılar kiredi.

Tikkeley bolmaǵan ǵárejetlerge bolsa, korroziya nátiyjesinde trubalarda júz bergen avariyalardı remontlaw dawamında, olardan paydalanyıp atırǵan kárxanalardıń islemey turǵan waqıttaǵı pul ǵárejetleri, avariyalardı saplastırıw ushın sariplanatuǵın metall hám pul ǵárejetleri hám de tógilgen yamasa atmosferaǵa tarqalǵan ónimler yesabına, átirap-ortalıq komponentleriniń aralasıwı nátiyjesinde júz beretuǵın unamsız aqıbetlerdiń muǵdarları kiredi.

1. 3. Korroziya processleri klassifikasiyası hám korroziyalıq jemiriliwdiń kórinisleri

Metallardıń sırtqı ortalıq penen óz-ara tásilesiwiniń xarakterine kóre, olardıń korroziyalaniw processleri bir-birinen parıq qıladı, yaǵníy ximiyalıq hám elektroximiyalıq korroziya mexanizmleri tiykarında júz beredi.

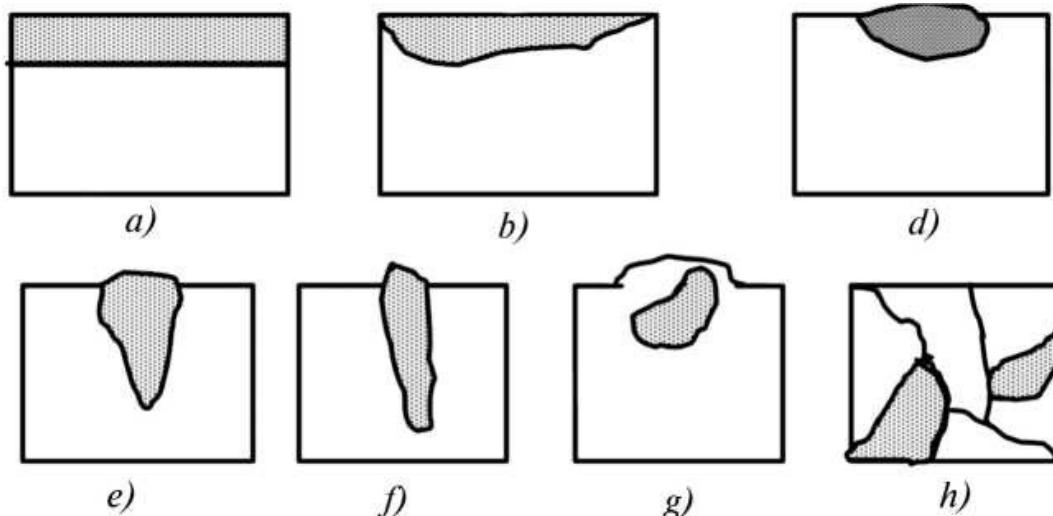
Metallardıń ximiyalıq korroziyası joqarı temperaturada gazlar hám tok ótkermeytuǵın suyuqlıqlar tásirinde ámelge asadı. Bul metall sırtı menen suyuq yamasa gaz sıyaqlı zattıń ximiyalıq geterogen (grekshe–heterogenes–hár túrli agregat haldaǵı) reaksiyası bolıp tabıldadı. Bunday mexanizm menen qurqaqlay gazlar, metall maydanında tamshılanbaytuǵın puw hám elektrolit bolmaǵan suyuqlıqlar tásir yetedi. Gazlı, yaǵníy gaz tásirindegi korroziya, tiykarınan, joqarı temperatura bolǵanda gúzetiledi. Ximiyalıq korroziyada júz beretuǵın oksidleniw hám qaytarılıw processleri (bir waqıtta) geterogen ortalıqta, yaǵníy metall menen sırtqı ortalıqtıń óz-ara tásir shegarasında ámelge asadı. Nátiyjede metallardıń oksidleri (korroziya ónimleri) payda boladı. Mısalı : Fe_2O_3 , Al_2O_3 , ZnO , CuO hám basqlar.

Metallardıń elektroximiyalıq korroziya mexanizmi tiykarındaǵı jemiriliwleri elektrolitler tásirinde júz beredi. Oksidleniw hám qaytarılıw processleri metall maydanınıń túrli uchastkalarında ámelge asadı hám korroziya ónimleri (metall gidroksidleri) tek anod uchastkalarında payda boladı. Bunda bir waqıttıń ózinde yeki process: yeriw (metalldıń bir bóleginde yeriw prosesi) hám tikleniw (eritpede kationlardıń ajıralıwı) júz beredi. Mısalı, sink sulfat kislotada yerigende sink ionları payda boladı hám vodorod gazı ajıralıp shıǵadı.

Ulıwma, metallardıń elektro-ximiyalıq korroziya tiykarındaǵı jemiriliwleri tómendegi korroziya processlerinde júz beredi: kislotalıq korroziya, siltili

korroziya, elektrolitlerdegi korroziya; topıraq korroziyasi; elektrokorroziya; atmosfera korroziyasi; biokorroziya hám kontakt korroziyasi (óz-ara tásir korroziyasi).

Metallardaǵı korroziya tásirinde jemiriliwleri (jaraları) ulıwma hám jergilikli kóriniste boladı. Ulıwma jemiriliwler metalldıń barlıq bet maydanı boyınsha júz berip, tegis hám tegis yemes kóriniste bolıwı mümkin (1-a, b súwret).



1-súwret. Korroziyalıq jemiriliw kórinisleri:

- a) ulıwma tegis; b) ulıwma tegis yemes; c) daq; d) jara; e) noqat; f) maydan astı; g) kristallar aralıq.

Jergilikli jemiriliwleri metalldıń belgili bir ornında júz berip, ol daq, jara, maydan astı, tesik, sabaq, kristallar aralıq kóriniste boladı. Olardıń ulıwma tárizdegi sızılmaları 1-súwretde keltirilgan.

1.4. «Metallardı korroziyadan qorǵaw» usıllarınıń rawajlanıwı

Metallardı korroziyadan qorǵaw mashqalası, olardı insanlar óz iskerliginde paydalaniw dáwirinen baslandı. Eramızdan aldingı V ásirde jasaǵan grek tariyxshısı Gerodot óziniń yesteliklerinde temirdi korroziyadan qorǵawda qorǵasın isletilingenligi haqqında jazǵan, yaǵníy temirden jasalǵan buyımlardıń sırtqı betleri qorǵasın hám basqa metallar menen oralǵan.

Bir neshe ásirler dawamında ximikler ápiwayı metallardı (mísali, polattı) korroziyaǵa ushıramaytin, ıssılıqqa shıdamlı kemnen-kem ushıratuǵın metallǵa aylandırıw ústinde jumıs alıp barǵan. Bul mashqalanı sheshiw polat quramına basqa metallardı belgili muğdarda qosıw (legirlew) arqalı ámelge asırılǵan.

Nátiyjede, polattıń tiykargı qásietlerin saqlaw menen bir qatarda, onıń korroziyaǵa hám joqarı temperaturaǵa shıdamlılıq qásietleri asırılǵan. Mısalı: polat quramına 15 prosentten artıq xrom metalı qosılǵanda, ol korroziyaǵa shıdamlı polatqa aynalǵan.

Metallar korroziyasınıń teoriyasın úyreniw XVIII ásirden baslanadı. 1748-jılda M.V.Lomonosov massalar saqlanıw nızamın jaratiw menen bir qatarda, metallar korroziyası ilimin úyreniwge tiykar saldı. Lomonosovtıń tájiriybe jumısların dawam yettip, 1773-jılı fransuz ximigi A.Lavuazye óz jumısında metalldıń oksidleniwi, onıń kislorod penen payda yetken birikpesi yekenligin kórsetdi.

Ye.Xoll (1819) hám G.Devi (1829) metallardıń korroziyalanıw teoriyaların rawajlandırıp, óz jumıslarında temir hám mıs hawasız (O_2) korroziyaǵa ushıramawın kórsetip berdi.

G.Devi, M.Faradey, O.Dela Riv, N.N.Beketov hám basqalar óz jumıslarında metallardıń korroziyaǵa ushırawı elektro-ximiyalyq mexanizm tiykarında júz beriwin hám de metallardıń korroziyalıq passivligi olardıń júze maydanında oksid perdeleriniń payda bolıwına baylanıslı degen gipotezanı maydanǵa tasladı. XX ásirge kelip, metallar korroziyasın úyreniwde jańa dáwir baslanadı. V.A.Kistyakovskiy, G. A. Akimov, N.A.Izgarishev, N.D.Tomashov, ÓzRFA akademigi M.A.Obidova, prof. A.Abdıqodirov, prof. G.Sh.Tolipov hám basqalar Metallardıń korroziyalanıw teoriyaların rawajlandırıp, korroziya pániniń górezsiz bolıp ajralıp shıǵıwına óz jumısları menen úlken úles qostı. Toplanǵan teoriyalıq hám ámeliy bilimler boyınsha «Metallar korroziyası hám olardı qorǵaw» baǵdarındaǵı arnawlı oqıw sabaqlıqları hám monografiyalar jaratıldı hám de jaratılıp atır.

II BAP. TEMIR UGLEROD BIRIKPELERI HAQQÍNDA

MAGLÍWMATLAR

2.1. Birikpeler hám olardıń dúzilisi

Eki yaki onnan artıq metallardıń suyıq haldaǵı bir jınıslı aralaspası yaki bul aralaspanıń qatıwınan payda bolǵan ónim *birikpe* delinedi. Lekin ayırım birikpelerdiń quramına metall emes elementlerde belgili muǵdarda qosılıwı mûmkin. Bunda birikpeniń tiykargı metallıq qásiyetleri saqlanadı. Taza metallardı islep shıǵarıw texnologiyasına qaraǵanda birikpeler islep shıǵarıw texnologiyası ápiwayı hámde arzan. Birikpelerdiń mexanikalıq hám texnologiyalıq qásiyetleri taza metallardıń sonday qásiyetlerinen abzal bolıp tabıldır. Sonıń ushın hám birikpeler mashina, hámde olardıń mexanizmleri, qurılmalar, konstruktsiyalardıń detalların tayarlawda tiykargı zárúr material esaplanadı.

Birikpeler quramındaǵı metall atomlarınıń ólshemi, kristall reshivotkanıń túri, suyıqlanıw temperaturası, ulıwma metall atomlarınıń óz-ara qatnasına qarap tómendegishe túrlerge bólinedi:

1. Mexanikalıq birikpeler. Mexanikalıq birikpe degenimiz komponentleri suyıq halatında bir-birine tolıq aralastuǵın, qattı halatında hár bir komponent óz aldına túrlishe kristall reshivotkalardı payda etetuǵın birikpelerge aytiladı. Mısalı ápiwayı kub reshottkada A komponent, qaptalları oraylasqan kub reshottkada B komponent jaylasadı Mexanikalıq birikpe quramına kiriwshi metall atomlarınıń ólshemleri bir-birinen 15 % ten kem parq qılmawı kerek. Mexanikalıq aralaspadan quralǵan birikpe evtektik birikpe yamasa tuwrıdan-tuwrı, evtektika dep ataladı.

Evtektika sózi grekshe evtektos sózinen alıngan bolıp, ańsat eriwsheń degendi bildiredi. Qorǵasın menen surma birikpesinde evtektika 87 % Pb hám 13 % Sb dan ibarat. Bul birikpeniń eriw temperaturası 246^0 C qa teń, surmanıń eriw temperaturası 630^0 qa, qorǵasındıki bolsa 327^0 qa teń. Demek, evtektika belgili temperaturada eriwshi, eriw temperaturası bolsa birikpe quramına kiriwshi elementlerdiń eriw temperaturasınan tómen bolǵan mexanikalıq aralaspa bolıp tabıldır. Evtektik birikpelerdiń dúzilisi bir tegis, kristalları bolsa mayda bolǵanlıǵınan olar jaqsı mexanikalıq hám texnologiyalıq qásiyetlerge iye.

2. *Qattı birikpeler.* Birikpelerdiń bul türine kiriwshi birikpeler suyıq halda da, qattı halda da bir jinisli boladı, yaǵníy komponentler bir-birinde sheksiz eriydi. Bunday birikpelerde metall atomları ulıwma kristall reshyotkaǵa jaylasadi, yaǵníy eriwshi metaldıń atomları eriwshi metaldıń kristall reshyotkadaǵı órnına almasadı. Demek, komponentler qattı halda hám bir-birinde sheksiz eriydi. Bunday qásiyetke iye bólgan birikpeler ***qattı birikpeler*** delinedi.

Qattı birikpeler ***orın almasıw*** hám ***sińiwshi*** qattı birikpelere bólinedi. Orın almasıw qattı birikpeleri payda bolıwı ushın ekinshi (eriytuǵın) elementtiń atomları birinshi (eriwshi) elementtiń kristall reshyotkasına orın almasadı. Qattı birikpeniń mikrostrukturası bir jinisli kristall danalardan ibarat boladı hám ol sap metaldıń strukturasından azǵana parqlanadı. Metaltaniwda qattı birikpeler **α , β , γ , δ** sıyaqlı belgilenedi. Barlıq metallar qattı halda bir-birine belgili dárejede óz-ara eriwi múmkin. Máselen, alyuminide 5,5% ke shekem mis, missta 39% tsink eriwi múmkin. Bunda kristall reshyotkanıń túri ózgermeydi. Komponentleri bir-birinen sheksiz eriytuǵın orın almasıw qattı birikpeleri payda bolıwı ushın tómendegi shártler orınlarıwı kerek:

Birikpe komponentleri bir qiyli kristall reshyotkaga iye bolıwı;

Birikpe komponentleriniń atomları ólshemleri ayırmashılıq 9-15% ten aspawı;

Mendeleev periodlıq sistemesında bir periodlı topargá tiyisli bolıwı.

Máselen, qaptalları oraylasqan kristall reshyotkaǵa iye bólgan tómendegishe metallar bir-birinde sheksiz erip qattı birikpe payda etedi: gúmis hám altın, mis hám nikel, temir hám kobalt, temir hám xrom, nikel hám paladiy hám basqalar.

Sińiw qattı birikpeleri payda bolıwı ushın eriwshi elementtiń atom diametri eriwshi elementtikine salıstırǵanda júdá kishi bolıwı kerek. Sol sebepli bunday qattı birikpeler metallar (Máselen, temirde, molibdende, xromda h.t.b.) kristall reshyotkalarına uglerod, azot, vodorod sıyaqlı elementler atomlarınıń sińiwi nátiyjesinde payda boladı. Bul protsesstiń bolıwında kristall reshyotkada payda bólgan boslıqlar sanı úlken áhmiyetke iye.

3. *Ximiyalıq birikpe payda etiwshi birikpeler.* Bul türge kiriwshi birikpeler quramındaǵı komponentler óz-ara ximiyalıq reaktsiyaga kirisiwshi birikpe payda

etedi. Payda bólğan ximiyalıq birikpe atomlarınıń kristall reshyotkası ayırım komponentleriniń kristall reshyotkalarınan parıq qıladı. Ximiyalıq birikpelerdi qattı birikpelerden keskin ajıratıp turatuǵın qásiyetler tómendegishe:

1. Ximiyalıq birikpe ózine tán kristall reshyotka túrin payda etiw qásiyetine iye. Jańa túrdegi kristall reshyotka usı ximiyalıq birikpeni payda etiwshi komponentlerdiń kristall reshyotka túrlerinen túpten parq qıladı. Komponentler atomları tártipli jaylasqan bolıp, belgili jaylasıw nızamlarına iye. Kóphsilik ximiyalıq birikpelerdiń elementar kristall reshyotkalarınıń túrleri quramalı boladı.

2. Birikpede elementler massasınıń qatnası barqulla saqlanadı. Sonıń ushın ximiyalıq birikpeler ápiwayı etip $A_m B_n$ sıpat penen belgilenedi. Bul jerde m hám n pútin sanlar bolıp, elementlerdiń atom qatnasın bildiredi.

3. Ximiyalıq birikpelerdiń qásiyetleri usı birikpeni payda etiwshi elementler qásiyetlerinen keskin ózgeshelenedi.

4. Ximiyalıq birikpelerdiń suyıqlanıw temperaturası turaqlı bolıp, birikpe suyıqlanıw temperaturasına shekem saqlanıp qalıwı da mümkin, biraq suyıqlanıw temperaturasına jetpesten bólüp ketiwi de mümkin. Eger ximiyalıq birikpe suyıq fazadan tuwrıdan-tuwrı kristallansa yaki qızdırǵanda suyıqlanıw temperaturasına shekem saqlanıp qalsa, bunday birikpe ***turaqlı ximiyalıq birikpe*** dep ataladı. Eger ximiyalıq birikpe qattı fazalardıń teńsälmaqlıq ózgerisi nátiyjesinde payda bolsa yaki qızdırıw nátiyjesinde qattı halda diffuzion bóleklenip ketse, bunday ximiyalıq birikpeler ***turaqsız ximiyalıq birikpeler*** dep ataladı.

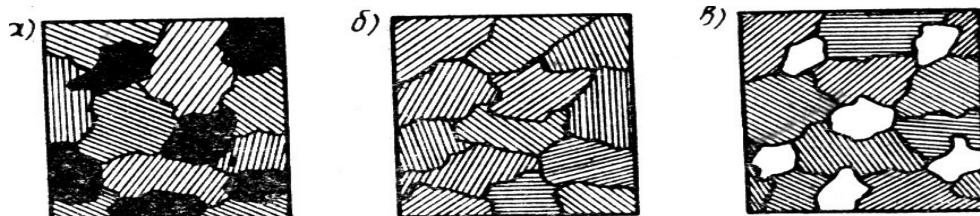
Ximiyalıq birikpelerdiń payda bolıwında temperatura óz-ózinen ózgeriwi mümkin.

Ximiyalıq birikpelerdiń payda bolıwında atom elektron düzilisleri bir-birinen keskin parq qılıwshı komponentler qatnasadı.

Ximiyalıq birikpe payda etiwshi birikpeler bir jinisli bolıp, $MgSn$, Mg_2Pb , Mg_3Bi_2 , $MgSi$, MgS , Fe_3S , $NbCl_2$, $CaCl_2$, $CuZn$, $CuZn_2$, $CuZn_8$, $CuZn_3$ sıyaqlı birikpeler usılar toparına kiredi.

Birikpelerdiń hal diagrammaları

Birikpeler halınıń temperatura hám kontsentraciyaǵa qarap ózgeriwin yaki qandayda bir birikpeniń qaysı temperaturada qanday jaǵdayda bolıwın kórsetiwshi diagramma *hal diagramması* dep ataladı.



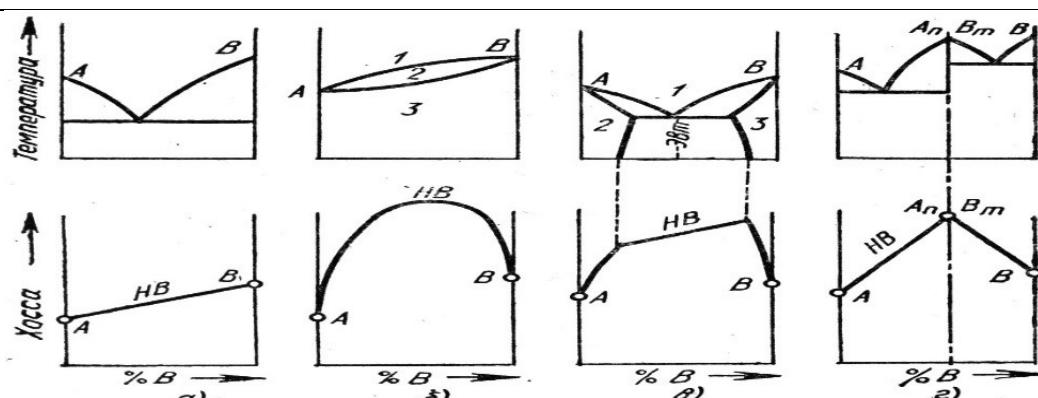
5-suwret. Pb-Sb birikpesiniń strukturalıq kórinisi:

a-evtektikadan aldingı; **b**-evtektik; **v**-evtektikadan keyingi.

Evtektika (grekshe “eshekız”- ańsat suyuqlanıwshı) suyıq halatta baslanǵısh komponentler (birikpelerdiń kristall menen teń salmaqlıqta, kristallanıw temperaturası bolsa eń pás bolatuǵın suyıq sistema (eritpe)

Komponentleri mexanik aralaspa payda etetuǵın birikpeler Pb-Sb sistemasińan tısqarı, Bi-Cd , Sn-Zn hám basqa sistemalar da kiredi.

Birikpelerdiń hal diagrammaları menen usı birikpeler qásiyetleriniń baylanıslıǵı (N.S.Kurnakov bóyınsha) tómendegishe formada kórsetilgen:



6-suwret. Hal diagrammaları menen qásiyetleri arasındaǵı baylanıs.

(N.S.Kurnakov)

§ 2.2. Metall hám birikpelerdiń qásiyetleri

Metall hám birikpelerdiń fizikalıq qásiyetleri

Metall hám birikpelerdiń fizikalıq qásiyetleri toparına olardıń salıstırmalı awırlıq (tıǵızlıq), eriwsheńligi, jıllılıqtan keńeyiwi, suyuqlanıwda kóleminiń ózgermeliligi, jıllılıq sıyımlılıq, jıllılıqtı hám elektr ótkizgishligi, hám magnitlik

qásiyetleri kiredi. Bul qásiyetleriniń payda bolıwına alıp keliwshi qubılıslar (qızıw, elektr togınıń ótiwi hám t.b) waqtında zatlardıń ximiyalıq quramı ózgermeydi.

Metall hám birikpelerdiń salıstırmalı awırlıǵı. Metall yamasa birikpe awırlıǵınıń kólemine qatnası onıń salıstırmalı awırlıǵı dep ataladı hám d menen belgilenedi. Metalldıń salıstırmalı awırlıǵı onıń tiǵızlıǵın ańlatadı. Qanday da bir metall yamasa birikpeniń salıstırmalı awırlıǵın tabıw ushın sol metall yamasa birikpeden úlgi kesip alındı, sol úlginiń awırlıǵı hám kólemi aniqlanadı. Úlginiń aniqlanǵan awırlıǵın G g, kólemin bolsa V desek, onıń salıstırmalı awırlıǵı tómendegishe tabıladı:

$$d = \frac{G g}{V sm^3} = \frac{G}{V} \cdot \frac{g}{sm^3}$$

Metall hám birikpelerdiń jıllılıqtan keńeyiwsheńligi.

Temperatura ózgergende metall hám birikpelerdiń kólemi, demek, ólshemleri ózgeredi, kóp jaǵdaylarda, mísali, metallardan kópir quriwda, temir jol izleri jatqızıwda, metallardı qızdırıp basım menen islewde, ólshev asbapları tayyarlawda buni esapqa alıw kerek. Hár turli metall hám birikpeler jıllılıqtan túrlishe keńeyedı. Metall hám birikpelerdiń jıllılıqtan keńeyiwsheńligi keńeyiw koefficienti dep atalatuǵın shama menen xarakterlenedı.

Metall hám birikpelerdiń jıllılıq ótkizgishligi. Metall yamasa birikpe qızdırılganda ózinen jıllılıqtı ótkeriw dárejesi onıń jıllılıq ótkizgishligi dep ataladı. Metall hám birikpelerdiń jıllılıq ótkizgishlik salıstırmalı jıllılıq ótkizgishlik, basqasha aytqanda, jıllılıq ótkizgishlik koefficienti menen xarakterlenedı;

Metall yamasa birikpeniń bir-birinen 1 sm aralıqta turǵan hám hár biriniń beti $1 sm^2$ bólǵan eki kese-kesimi arasında 1 sek dawamında ótgen jıllılıq muǵdarı sol metall yamasa birikpeniń salıstırmalı jıllılıq ótkizgishligi dep ataladı hám λ menen belgilenedi.

Metallardıń jıllılıq ótkizgishligi olardıń tazalıq dárejesine baylanıslı. Metall qanshelli sap bolsa, jıllılıqtı sonshelli jaqsı ótkeredi hám kerisinshe metallda qosımshalar sanı hám muǵdarı qanshelli kóp bolsa, onıń jıllılıq ótkizgishligi sonshelli jaman boladı.

Metall hám birikpelerdiń elektr ótkizgishligi. Metall hám birikpelerdiń elektr togın ótkizgishlik dárejesi olardıń elektr ótkizgishligi dep ataladı.

Sonı aytıp ótiw kerek, elektr togına qarsılıq kórsetiw qásiyeti eń pás bolǵan metallardıń elektr ótkizgishligi eń joqarı boladı. Demek, metall hám birikpelerdiń elektr qarsılığına qarap, olardıń elektr ótkizgishligi haqqında pikir juritiw múmkin. Metall hám birikpelerdiń elektr arsılıǵın xarakterlew ushın bolsa salıstırmalı elektr qarsılıqdan paydalanyladi. Uzunlığı 1 m hám kese kesim beti 1 mm² bolǵan sımnıń qarsılıǵı onıń salıstırmalı elektr qarsılıǵı dep ataladı hám R menen belgilenedi. Salıstırmalı elektr qarsılıq Ω mm³/m esabında, SI da (Xalıq aralıq birlilikler sistemasında) bolsa Ω^*m esabında ólshenedi hám tómendegi formula menen ańlatıladı:

$$R = \frac{r}{l} \cdot s,$$

Metall hám birikpelerdiń magnitlik qásiyetleri.

Qanday da bir metall yamasa birikpede magnitlik qásiyetleri bar-joqlığın aniqlaw ushın ol magnit maydanǵa kiritiledi. Magnit maydanǵa kiritilgende magnitlenetuǵın hám maydannan alıngannan keyin de magnitlengen halında qalatuǵın metall hám birikpeler magnit **qásiyetlerine iye deneler** dep ataladı. Sonday metall yamasa birikpe úlgisi sırtqı magnit maydanǵa kiritilgende bul úlgide de magnit maydan payda boladı. Úlgide payda bolǵan magnit maydanniń kernewi B menen, sırtqi magnit maydanniń kernewin bolsa N menen belgileymiz. Bul eki kernewlilik arasında tomendegishe baylanıs barlıǵın aniqlanǵan:

$$V = \mu N$$

Polattıń magnitlik qásiyetleri onıń ishki dúzilisine de baylanıslı. Demek, polattıń magnitlik qásiyetlerin termik islew joli menen ózgertiw múmkin eken.

Temirdiń magnitlik qásiyetleri temperaturaniń páseyiwi menen artadı: onıń magnitlik qásiyetleri eń pás temperaturada eń joqarı bolıp, temperatura kóterilgen sayın paseyip baradı hám temperatura 768 °C tan asqanda ulıwma joq boladı.

Metall hám birikpelerdiń ximiyalıq qásiyetleri

Fizikalıq qubılıslar waqtında zat ximiyalıq quramı ózgermesligi joqarida aytıp ótilgen edi. Fizikalıq protseslerge qarama-qarsı yaǵníy, ximiyalıq

qubılıslar nátiyjesinde zattıń ximiyalıq quramı ózgeredi. Ximiyalıq qubılıslarǵa organikalıq zatlardiń janiwı hám shiriwi, metallardiń óz birikpelerinen qaytariliwi hám basqa kóplegen qubılıslar misal bola aladi.

Metall hám birikpelerdiń júda kopshiligi sirtqi ortaliq (hawa, gaz hám basqalar) tásirinde jemiriledi. Metall hám birikpelerdiń sirtqi ortaliq tásirinde jemiriliw qubilisi da ximiyalıq protsesler qatarina kiredi hám korroziya dep ataladi. Bazi metallar sirtqi ortaliq tásirine shidamli boladi, olar korroziyaǵa shidamli metallar dep ataladi. Platina, altın, gúmush hám bazi basqa metallar korroziyaǵa shidamli metallardir.

Metall hám birikpelerdiń kopshiligi joqari temperaturalarda, misali, balǵalaw, prokatlaw, shtamplaw, presslew, termik islew ushın qizdirilǵanda olardıń sirti oksidlenedi, yaǵniy kuyundige aylanadi, buniń aqibetinde bolsa metall isırıp boladi. Joqari temperaturalarda oksidlenbeytuǵın metall hám birikpeler de boladı, olar otqa shidamli metallar dep ataladi.

Sonday birikpeler de balkim, olar joqari temperaturalarda oksidlenbeslik penen birge, oziniń mexanikaliq qásiyetlerin (qattılıǵın, bekkemligin hám sol sıyaqlı qásiyetlerin) saqlap qaladi. Bunday birikpeler ıssılıqqa shidamli birikpeler dep ataladi.

Metall hám birikpelerdiń texnologiyalıq qásiyetleri

Metall hám birikpelerdiń texnologiyalıq qásiyetleri toparına olardi texnologiyalıq islew, yaǵniy quyiw, balǵalaw, svarkalaw, kesip islew ushın jaramliliq dárejesin kórsetiwshi qásiyetler, misali, suyuq jaǵdayda aǵıwshańlıq, balǵalanıwshańlıq, svarkalanıwshańlıq, kesip isleniwsheńlik qásiyetleri hám basqalar kiredi.

Kirisıwsheńlik. Qálipdiń ólshemleri hám sol qálipge quyiw joli menen payda qilingan quymaniń ólshemleri arasındaǵı ayırmashılıq kirisiwsheńlik dep ataladi hám % menen ólshenedi. Hár túrli birikpelerdiń kirisiwsheńligi túrlishe boladı. Misali, aq shoyanniń kirisiwsheńligi 1,5 – 1,75 %, polatdiki 1,4 – 2,2 %, kul reń shoyındiki 0,5 – 1,25 %, mis birikpeleriniki 0,8 – 1,6 %, alyuminiy birikpeleriniki 0,3 – 1,2 %, magniy birikpeleriniki 0,3 – 1,2 %.

Suyıq awhalda aǵuwshanlıq. Metall hám birikpelerdiń suyiq jaǵdayda qálipti toltila aliw qásiyeti suyiq jaǵdayda aǵıwshańlıq dep ataladi. Metall yamasa birikpeniń suyiq jaǵdayında aǵıwshańlıq qanshelik joqar bolsa, ol suyuqlanırilǵanda qálipdiń juqa hám jińishke jaylarin sonshelik jaqsi toldiradi.

Balǵalaniwshanlıq. Metall hám birikpelerdiń balǵalawh, shtamplaw hám prokatlaw waqtinda óz formasin jemirilmey ózgertire aliw qásiyeti balǵalaniwshanlıq dep ataladi. Metall yamasa birikpe basim menen islengende qanshali` joqarı dárejede deformatsiyalanip, bul deformatsiya ushın zarúr bolǵan kúsh qanshelik kishi bólsa, oniń balǵalaniwshanlıǵı sonsheli joqari boladı.

Metall hám birikpelerdiń mexanikalıq qásiyetlerin aniqlaw.

Metall hám birikpelerdiń sirtqi kúshler tásirine qarsılıq kórsete aliw uqıplılıǵın xarakterlewshi qásiyetler olardıń mexanikalıq qásiyetleri dep ataladi.

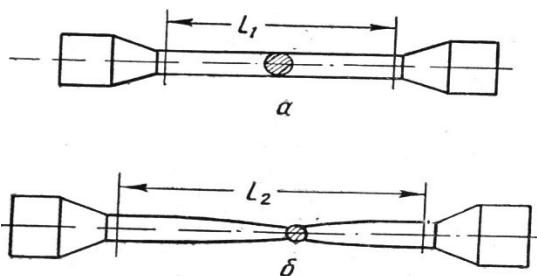
Metall hám birikpelerdiń tásir etuwshi kúshlerge qarsılıq kórsetiw uqıplılıǵın, birinshiden, kushdiń qóyiliwina (kushdiń statik, dinamik yamasa ózgermeli ekenligine) baylanisli bólsa, ekinshiden, oniń tásir etiw xarakterine (soziwshi, iyiwshi, siǵıwshi yamasa burawshi ekenligine) baylanislidir. Endi, metall hám birikpelerdiń qásiyetlerin sinaw usullari menen taniship shıǵayıq.

Metallardi soziliwǵa sinaw. Metallardi soziliwǵa sinaw ushın arnawli tayarlanǵan úlgiden paydalanıladı; bul úlgi universal sinaw mashinasında soziladi. Sinaw natiyjesinde metalldiń bekkemlilik qásiyetleri (elastikligi, «aǵıw» hám bekkemlilik shegaralari), plastiklik qásiyetleri (salıstırma soziliwshańlıǵı hám qisqarıwshańlıǵı) aniqlanadi.

Metallardiń sirtqi kush tásirine qarsılıq kórsetiw uqıplılıǵı olardıń bekkemliliği deyiledi. Metallardiń sirtqi kush tásirinde óz formasin ozgertire aliw uqıplılıǵı olardıń plastikligi dep ataladi.

Metallardiń plastikligi olardıń salıstırma soziliwshańlıǵinan yamasa qisqarıwshańlıǵinan aniqlanadi. Buniń ushın, úlginiń sinawdan aldingi uzunlığı menen sinawdan sońǵı uzunlıǵın bir-birine salistiriw máqul.

8-suurette sinalmaǵan hám sinalǵan úlgiler bir-birine salistirilǵan.



8-súwret. Sinalǵan hám sinalmaǵan ulgilerdi salistiriw

Metallardiń salıstırma soziliwshanlıǵı tómendegi formula menen aniqlanadi:

$$\delta = \frac{L_2 - L_1}{L_2} \cdot 100\%$$

bul jerda, L_1 – úligniń sinawdan aldingi uzunlığı;

L_2 – ulginiń sinalǵandan sońgi uzunlığı.

Salıstırma qisqarıwı tómendegi formuladan tabıldadi:

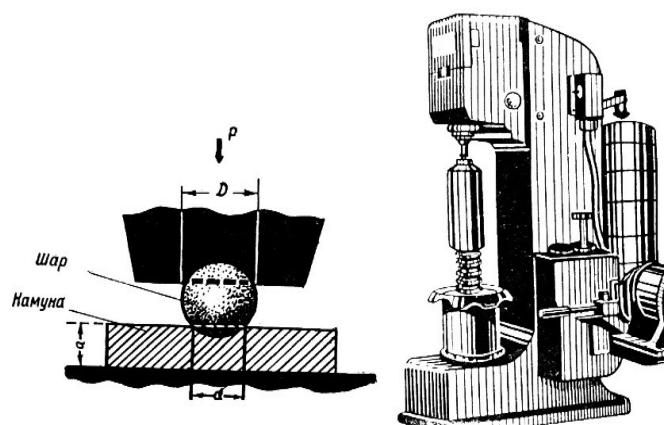
$$\psi = \frac{F_0 - F}{F_0} \cdot 100\%$$

bul jerda, F_0 – úliginiń sinawdan aldingi kese-kesim qırqım beti;

F – úligniń "bóyin" bólímimiń qırqım beti.

Metallardiń qattıqlığın sinaw. Metalldiń óz sırtına ondan qattiraq deneniń batıwına qarsılıq kórsetiw uqıphlıǵı sol metalldiń qattıqlığı dep ataladi.

Metallardiń qattıqlığın biliw sol metalldi qırqıp islewshilerge zárur, sebebi metalldi qırqıp islew, tiykarınan, onıń qattılıǵına baylanıshı; **qırqıp islew rejimleri hám metalldiń qattılıǵına qaray aniqlanadi.** Texnikada metallardiń qattılıǵın aniqlawdını bir neshe usılı bar, bul usıllar arasında Brinnel hám Rokvell usullari keń tarqalǵan.



9-suwret. Brinnel pressiniń sxemasi.

3-keste.

Metallardiń qattılıǵın

sınawda onı hár waqt esaplap otırmaw ushın, arnawlı keste düzilgen (3-keste). Sferalıq izdiń bul kestededen tabılǵan diametri (d) ga kóre, metalldiń Brinell shkalası boyınsha qattılıǵı aniqlanadı.

Shar betiniń diametri, mm esabi D	Brinel boyinsha qattılıǵı, NB kg/mm² esabında	Shar iziniń diametri, mm esabında D	Brinel bóyinsha qattılıǵı, kg/mm² esabında NB
3,8	255	4,5	179
3,9	241	4,6	170
4,0	229	4,7	163
4,1	217	4,8	156
4,2	207	4,9	149
4,3	196	5,0	143
4,4	187	5,1	137
		5,2	131
		5,3	126
		5,4	116
		5,5	111

Uglerodli polatlardiń qattılıǵı menen bekkeḿligi arasında málim baylanıs bar, bul baylanıs tómendegi formula menen ańlatıladi:

$$\sigma_b = 0,33 \div 0,36 \text{ NB}$$

§ 2.3.Polat shoyın hám olardıń birikpeleri haqqında maǵlıwmat

Uglerodlı polatlar specifik qásiyetlerine qaray mashina hám mexanizm detalları ushın tiykarǵı material esaplanadi.

Sanaatda islep shıǵarılatuǵın polatlar ximiyalıq quramı jaǵınan quramalı birikpe bolıp, olarda temir menen uglerodtan tısqarı basqa elementler ham, sonnan, Mn, Si, P, C, O, N, H, ayırıım jaǵdaylarda Cr, Ni, Cu hám basqalar boladı. Uglerodlı polatlarda payda bolatuǵın elementler muǵdarı málim esaptan, Máselen, Mn-0,7%, Si -0,5%, P -0,05%, S-0,05% dan aspawı kerek.

Polatlar quramındaǵı H₂, N₂ hám O₂ muǵdarı islep shıǵarıw usılına qarap túrlishe boladı, lekin olardıń muǵdarı 0,0002 – 0,1% dan aspawı lazim. Polattaǵı erkin gazlar boslıqlar, temir hám basqa elementlerde erigenleri qattı birikpeler yaki turli ximiyalıq birikpeler (gidridler, nitridler, oksidler) payda etiwi múmkin.

Soniń ushın olar polattıń qásiyetlerin tómenletedi. Polatta bul gazlerdiń muǵdari az bólganı maqsetke muwapiq.

Uglerod hám turaqlı qosımshalardıń polat qásiyetlerine tásiri

Quramında 2,14 % ke shekem uglerodı bólgan temir - uglerod birikpeleri uglerodlı *polatlar* dep ataladı.

Uglerodlı polatlar quramında uglerodtan tısqarı kremniy, marganec, kúkirt, fosfor, azot, kislorod, vodorod siyaqlı elementlerdiń qosımshaları boladı hám olar **turaqlı qosımshalar** dep ataladı. Olar paydalı (manganec, kremniy) hám bóleksheleri (S, P, N, O, H) qosımshaları toparlarına bólinedi.

Uglerod - tiykargı qosımsha bolıp tabıladı. Uglerod polattıń mexanikalıq qásiyetlerine kúshli tásir kórsetedi.

Quramında uglerodiń artıwı menen polattıń qattılığı (HB), bekkepligi artıp baradı, hámde plastikligi kemeyedi. Sonlıqtan, jıllılıq hám elektr ótkiziwsheńligi, magnitleniw qásiyetleri de kemeyedi.

Uglerod muǵdari artıwı menen polattıń kesip isleniwsheńligi, taplanıwshańlığı jaqsılanadı, payatlanıwshańlığı páseyedi.

Zıyanlı elementler polat qásiyetlerine keri tásir kórsetedi. Bul qosımshalar tásirinde polattıń jıllılıq hám suwiq haldagi mortlığı artadı, plastikligi hám jabısqaqlığı kemeyedi. Lekin ayırm waqıtlarda polat quramındaǵı fosfor muǵdari asırıladı. Sonday-aq, fosfor qosılǵanda polattı kesip islew ańsatlásadı, mis penen birgelikte polattıń korroziya shıdamlılıǵın asırادı.

Kúkirt - polatda FeS halında boladı. Ol temir menen 988 °C da suyuqlanatuǵın evtektika (Fe + FeS) payda etedi hám polat kristall dáneleriniń shegaralarında jaylasadı. Bunday polatlar qızǵanda mort bolıp qaladı. Bunnan tısqarı kúkirt polattıń plastikligini, shıdamlıligini, svarkalaniwshańlıǵın, korroziya bekkemliligini kemeytiredi. Polatda kúkirtiń muǵdari 0,05 % dan aspawi kerek.

Polat ushın zıyanlı esaplanıwshi azot hám kislorod elementleri polat quramında, tiykarlańǵan, oksidler (FeO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_4N) formada ushiraydı hám taza halda mikrokemshilikler toplanǵan jerde jaylasadi. Bul elementler polattıń suwiq halda mórtligin asiradi, soqqıǵa meyilligin pasaytiredi.

Fosfor polattiń suwiq halda mórtligini asiradi, plastikligi hám soqqiǵa meyilligin kemeytiredi. Joqari sipatli polatlar quraminda fosfor muǵdari 0,03 % dan aspawi kerek.

Marganes polatga kislorod hám altın kúkirtiń ziyanlı tásirin kemeytiriw ushın qosiladi. Ol polattiń puxtaligin asiradi; Polat quraminda 0,8 % ǵa shekem marganes bolıwı maqsetke muwapiqdir.

Kremniy ham polatti kisloroddan tazalaydi, oniń puxtaligini asiradi, ol ferritda tóliq eriydi hám ózaldina struktura sipatida baqlanbaydi. Ádette, polat quraminda 0,5 % ǵa shekem kremniy boladı.

Uglerodli polatlardiń túrleniwi hám markalaniwi

Ximiyalıq quramina kóre kem uglerodli (0,3 % ǵa shekem), órtasha uglerodli (0,4...0,6 % C) hám kóp uglerodli (0,6 % dan kóp C) túrlerine bólinedi.

Isletiliw tarawina kóre konstrukcion hám ásbapsazlıq polatlarina bólinedi. Konstrukcion polatlar óz náwbetinde qurilis (0,3 % ǵa shekem C) hám mashinasazlıq (0,5 % ǵa shekem C) polatlari dep túrledi. Ásbapsazlıq polatlari quraminda 0,6 % dan kóbirek muǵdarda uglerod bolıp, olar kesiw hám ólshew ásbaplari, hámde shtamplar tayarlaw ushın isletiledi.

- **Sipatina kóre** uglerodli polatlar tómendegishe túrledi:

- Ápiwayi sipatli ($C \leq 0,06\%$; $P \leq 0,04\%$) ;
- Sipatli ($C \leq 0,04\%$; $P \leq 0,04\%$) ;
- Joqari sipatli ($C \leq 0,03\%$; $P \leq 0,03\%$).

Jumsatilg'an haldag'i strukturasina qarap uglerodli polatlar evtektoidǵa shekem bólgan (ferrit + perlit), evtektoid polati (perlit) hám evtektoiddan keyingi (perlit + sementit) polatlar túrlerine bólinedi (11- súwret).



11- súwret. Uglerodli polatlardiń mikrostrukturaları

Ápiwayi sipatli uglerodli polatlardan jıllılıq halda prokatlaw joli menen turli prokatlar (balkalar, shveller, úsh mýyeshlikler, trubalar, listler), pokovkalar, qurilis konstruktsiyalari, armatura hám mashinalardiń jeńil sharayatda isleytuǵın detallari tayaranadi.



12- súwret. Balka



13- súwret. Shveller



14- súwret. Armatura



15- súwret. Trubalar

Bul polatlar isletiliw tarawina kóre hám kepillikleniw qásietlerine qarap úsh gruppaga bólinedi:

- A - mexanikalıq qásietleri kepillenedi;
- B - ximiyalıq qurami kepillenedi;
- V - mexanikalıq qásietleri hám ximiyalıq qurami kepillenedi.

Bul gruppalarǵa tómendegishe markali polatlar kiredi:

- A - St0, St.1, St.2, St.3, St.4, St.5, St.6;
- B - B St.0, B St.1, B St.2, B St.3, B St.4, B St.5, B St.6;
- V - V St.2, V St.3, V St.4, V St.5.

Kem uglerodli sipatli polatlar (0,5...25 % S) ga termik islew berilmeydi, balki olar sementitlenedi. Olar jaqsi svarkalanadi hám shtamplanadi. Órtasha uglerodli polatlar termik islew berilgen halda isletiledi. 10...50 markali polatlar suwiq halda sozilǵan shibiqlar hám aniq ólshemli simlar tarizinde isletiledi.

Uglerodli ásbapsazlıq polatlari U7, U8, U8G, U9, U10, U11, U12, U13, U7A, U8GA, U10A, U9A, U11A, U12A, U13A siyaqlı markalanadi.

Bunday markalar quramindagi U háribi polattiń uglerodli ekenligi, sanlar ónniń bir úlesindegi uglerod muǵdarini (payiz esabinda), G - polat quraminda marganes muǵdariniń kópligini, A - háribi polattiń joqari sipatli ekenligi sipatlaydi.

Uglerodli ásbapsazlıq polatlardan bázilariniń isletiliwi 2-kesteda keltirilgen.

2- keste

Polat markasi	Isletiliwi
U7, U7A	Turtki hám soqqilar tásirinde islewshi, qattılıǵı órtasha, meyilligi joqari bolıwı talap etiletuǵın ásbaplar hám buyimlar (zubilalar, temirshilik balǵalari, shtamplar, tamǵalar, masshtabli sizǵishlar, aǵashqa islew beretuǵın ásbaplar, tokarlik stanoklariniń oraylari, . . .) tayarlawda isletiledi.
U8, U8A, U8G	Qattılıǵı joqari, meyilligi jeterli dárejede bolıwı talap etiletuǵın ásbap hám buyimlar (zubilalar, karnerler, matriksalar, puansonlar, metall qirqatuǵın qayshilar, otveyortkalar, ustashiliq ásbaplari), órtasha qattılıkdagi burǵilar tayarlawda isletiledi.
U9, U9A	Bir az meyilligi hám joqari dárejede qattı bolıwı talap etiletuǵın ásbaplar (kernirlar, shtempellar, taw jinslarina isletiletuǵın zubilalar, ustashiliq ásbaplari) tayarlawda isletiledi.
U10, U10A	Kúshli turtki hám soqqilar astında isleytuǵın, bir oz meyilligi hám joqari dárejede qattı bolıwı talap etiletuǵın ásbaplar (su'rgilew keskishlari, frezalar, metshikler, razveyortkalar, plashkalar, taw jinslari aliwda isletiletuǵın burǵilar, metall qirqatuǵın pishqilar, egewler tayarlawda isletiletuǵın zubilalar, kalibrler, egewler) tayarlawda isletiledi.
U11, U11A, U12, U12A	Qattılıǵı joqari bolıwı talap etiletuǵın ásbaplar (egewler, frezalar, burǵı, ustaralar, plashkalar, saatsazlıq ásbaplari, xirurgiya ásbaplari, metall qirqatuǵın pishqilar, metshikler) tayarlawda isletiledi.
U13,	Nihoyatda qattı bolıwı talap etiletuǵın ásbaplar (ustaralar,

U13A	shaberlar, shózish ásbaplari, burǵilar, egewler tayarlawda isletiletugín zubilalar) ushın isletiledi.
------	---

Legirlengen polatlar. Legirlewshi elementlerdiń polat strukturasına hám qásiyetlerine ta‘siri

Eger polat quraminda ugleroddan tisqari basqa elementler ham payda bólsa, Fe-Fe₃C diagrammasındaǵı faza ózgeris siziqlari ózgeredi. Ferrit, austenit, sementit fazalarindagi uglerodtiń eriwi hám olardıń teńsalmaqlıq temperaturasi túrlishe boladı. Demek, birikpege ózge qosımshalar qóship, struktura ózgerislerine eriwshi arqali polat qásiyetlerin basqariw mümkin. Bunday maqsette qosilatuǵın qosımshalardi *legirlewshi elementler*, birikpelerin *legirlengen polatlar* delinedi. Polat islep shıgariw ámeliyatında legirlewshi elementler sipatida Cr, Mo, Co, Ni, V, Ti, W, Zr, Nb, Mn va Si sıyaqlı elementler qóllaniladi, olar polattiń fizikalıq, mexanikalıq hám texnologiyaliq qásiyetlerini jaqsilaydi.

Legirlewshi elementler polat polimorfizmiga ham tásir etedi. Polimorf ózgeris temperatura temirde erigen elementlerdiń qásiyeti hám muǵdarina baylanisli boladı.

Legirlengen polat uglerodli polatda jóq qásiyetlerge iye, uglerodli polatdagı kemshilikler legirlengen polatda bólmaydi. Legirlengen polatlardan paydalaniw metall sarfini kemeytiredi, buyumniń puxtaligi hám uzaq müddet islewinı táminleydi.

Tómendegi legirlewshi elementlerdiń polat qásiyetlerine qanday tásir etiwi kórsatilgan:

1. *Xrom* – polattiń qattılıǵı, bekkemliligini asiradi, plastikligini ozgana kemeytiredi. Xrom muǵdari 13% dan artıq bólsa, polat korroziyaǵa shidamli boladı;
2. *Nikel* – polatiń bekkemliliği, plastikligi, korroziyaǵa shidamligı hám soqqıǵa arsılıǵıń asiradi;
3. *Volfram* – polatiń qattılıǵı hám qizdirilgan haldagi shidamliligini keskin asiradi;

4. *Vannadiy* – tiǵızligin, bekkemliligin, mayda danlı bolıwın, soqqı tásırın asiradi;
5. *Kobalt* – jıllılıq shidamlılıgin, magnit sińdiriwsheńligin asiradi;
6. *Molibden* – qizdirilgan haldagi shidamliligini, elastikligini, joqari temperaturalarda oksidleniwge arsılıǵın asiradi;
7. *Kremniy* - muǵdari 1% dan kem bólгanda polatiń plastikligini kemeytirmegen halda bekkemliliǵi, iyiliwsheńligi, kislotaǵa shidamlığı hám magnit sińdiriwsheńligin asiradi;
8. *Marganes* –oniń 1% hám onnan artıq muǵdari polattiń plastikligini kemeytirmegen halda shidamliligini asiradi;
9. *Alyuminiy* – polattiń kuyindi payda boliwga shidamliliǵin asiradi;
10. *Titan* – bekkemliligin asiradi, kristallar ara korroziyalaniwini kemeytiredi;
11. *Niobiy* – korroziyaga arsılıǵın hám kislotaǵa shidamliliǵin kóbeytiredi;
12. *Seriy* – bekkemliliǵi hám plastikligini asiradi;
13. *Sirkoniy* – bekkemlik beredi, danalariniń mayda bolıwına járdem beredi;
14. *Mis* – korroziyalaniwin kemeytiredi.

Legirlengen konstruksion polatlar

Legirlengen konstruksion polatlardıń mexanik hám texnologik qásietleri uglerodli polatlardikinen joqariraq boladı, olar úlken shuqurlıqa ańsat taplanadi. Legirlengen konstrukcion polatlardıń sipatli, joqari sipatli hám juda joqari sipatli qıylilari boladı. Joqari sipatli polat markasiniń aqırǵına A háribi, juda joqari sipatli polat markasiniń aqırǵına defies arqali Sh háribi qóyiladi. Máselen, 12XH3A polati joqari sipatli, 30XGS-Sh polati juda joqari sipatlidir. Legirlengen konstruksion polatlardıń isletiliw tarawi juda úlken.

Legirlengen polatlar 14 gruppaga bólinedi, Máselen, xromli, marganesli, xrom-nikelli h.t.b.

Qattılıǵı, bekkemliliǵı, korroziyaga qarsılıǵı jaqsi bólgan xromli polatlar juda kóp isletiledi. Bul polatlardıń tómendegishe markalari bar: 15X, 20X, 30X, 45X, 40XP, 40XTs hám polatlar - 15X, 15XA, 15XR, basqalar. Xromli polatlardıń puxtaligi joqarı boladı.



19- súwret legirlengen polat

Sementitlenetuǵın xromli 15XRA, 20X, 20XR- órtasha tezlikde isleytuǵın jiliwǵa shidamli detallar (porshen barmaqlari, oqlar, plunjeler, shesternyalar hám diskler, turbokompressor rotorları siyaqlı detallar tayarlaw ushın isletiledi..) tayarlaw ushın, jaqsilanadi 38XA, 40X, 40XR markali polatlar muftalar, friktsion tayarlanadi.

Quraminda 0,9-1,1 % uglerod, 0,8...1,65 % xrom bólgan ShX6, ShX9, ShX10 markali polatlardan formali hám roligli podshipnik detallari-xalqa, sharik hám basqalar tayarlawda qóllaniladi..

Shoyın hám olardıń birikpeleri haqqında maǵlıwmat

Temir-uglerod birikpesi quramindagi uglerod muǵdari 2,14% dan ko'p bo'lган birikpeler shartli ráwishte *shoyinlar* dep ataladi. Shoyinlar quraminda po'lat quramina qaraganda qo'shimshalar (kremniy, marganes, fosfor, altinkükirt) diń muǵdari ko'p bo'ladi. Usiniń ushın shoyinniń qásiyetleri áne usi qo'shimshalar muǵdarina baylanisli bo'ladi. Birikpe quramindagi uglerodtiń muǵdari hám forma shoyın strukturasi hám qásiyetlerin belgileydi, Áne usığan qarap shoyinniń túrleri tómendegishe bolıwı mûmkin: 1) Eger uglerod birikpede tiykarlanǵan ximiyalıq birikpe halinda bo'lsa, bunday birikpeler *aq shoyinlar* dep ataladi; 2) Eger birikpeda uglerod taza grafit halinda bo'lsa, grafitiń formaga qarap, birikpe *kúlreń*, *balǵalaniwshi* hám *joqarı bekkemlikke iye shoyinlar* delinedi.

Shoyın quramindagi uglerod karbid (Fe_3C), grafit (C) hám qattı eritpe halinda bo'ladi. Shoyinlar metall tiykarina ko're perlit, ferrit va perlit-ferrit strukturalarga iye bolıwı mûmkin.

Shoyın qásiyetlerine qo'shimsha elementlerdiń ta'siri

Shoyınlardiń aq yaki kul reń bolıwı, tiykarlanǵan, olar quramindagi qo'shimsha elementlerdiń muǵdarina, bul elementlerdiń o'z-aro qatnasına baylanisli. Shoyınlarda barqulla bolatuǵın elementler (C, Si, Mn, P va S) niń shoyın strukturasına qanday tásir etiwi menen tanisip shıǵamız.

Uglerod. Uglerod shoyın quramındaǵı áhmiyetli elementlerinen biri bolıp, onıń muǵdari ápiwayi quyma shoyınlarda 3,2% dan 3,5% ǵa shekem, sipatlı shoyınlarda 2,7% ǵa shekem jetedi. Shoyında uglerod eki qiyli kórniste: grafit kórniste, yaǵniy erkin halda hám ximiyalıq birikpe (Fe_3C) - cementit kórniste bo'ladi. Shoyında uglerod qansha ko'p bo'lsa, grafit ajiralip shıǵowi ham usinsha ko'p bo'ladi.

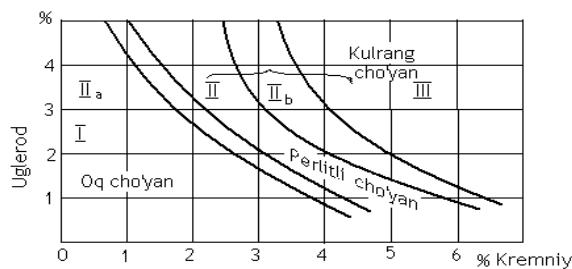
Kremniy. Kremniy shoyın quymalarınıń qatiwinda uglerodiń erkin halda, yaǵniy grafit tarizinde ajiralip shıǵiwina kómeklesedi. Kremniy shoyınlardiń qálipke qosiliw qásiyetlerin jaqsilaydi. Ádette, kul reń shoyınlarda kremniy muǵdari 1,25% dan 4,2% ǵa shekem bo'ladi.

Marganes. Marganes shoyınlardagi ferrit hám sementit fazalarında erib, qattı eritpe payda etiw menen birga uglerodiń grafit tarizinde ajiralip shıǵiwina qarsılıq kórsetedi. Sementit payda bolıwına járdem beredi. Marganes shoyınnıń sipatin páseytiriwshi altinkúkirtiń ziyanlı tásirin kemeytiredi. Shoyınlarda marganestiń muǵdari, ádette, 0,5 – 0,8% aralıǵında bo'ladi.

Fosfor. Fosfor shoyınlardiń mexanikalıq qásiyetlerin jamanlastıratuǵın elementdir. Eger shoyınlarda fosfor muǵdari 0,5% ǵa shekem bo'lsa, onıń bólimi likvatsiya tufayli fosforli evtektika payda etedi. Bu evtektika shoyınnıń mo'rtligini asiradi. Usi sebepli úlken puxtalik talap qilinbaydi Quramali formali buyimlar (bezak buyimları) tayarlawda fosfor paydali qo'shimsha esaplanadi. Áhmiyetli quyma detallarda fosfor muǵdari 0,2 – 0,3% dan aspawi kerek.

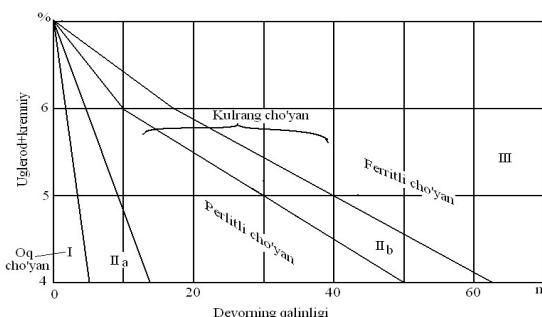
Altinkúkirt. Altinkúkirt ziyanlı qo'shimshaldan bolıp, u shoyınnıń qálipke qosiliw qásiyetlerini jamanlastıradi. Altinkúkirtiń temir menen birikpesi FeS kristallaniw dáwirinde Fe menen qosilip, pást temperaturada (~985°C da) suyiqlanatuǵın evtektika payda etedi hám bu evtektika donalar ara kristallanip, shoyındı joqarı temperaturada sińiwsheń etedi. Usi sebepli, shoyın quramında altinkúkirt muǵdari 0,08 – 0,12% dan aspawi kerek.

13- súwretda uglerod menen



13 – súwret. Uglerod menen kremniyiň shoyın strukturasına birgeliktegi tásırı diagramması.

kremniydiň shoyın strukturasına birgeliktegi tásırı diagramma tarizinde keltirilgan. Bul diagrammada absissa o’qi bo’ylabp Si niň, ordinata o’qi bo’ylap C niň % larda sıpatlangan muğdari ko’rsetilgen.



14 – súwret. Birikpeniň suwiw tezliginiň strukturasına tásır grafigi.

Aq hám kul reń shoyınlar

Aq shoyınlar quramında uglerod ximiyalıq birikpe karbid halinda bo'ladi. Aq shoyın sementit va perlitedan dúzilgen.

Shoyınniň bul turi sindirilse, oniň singan jeri aq tuste ko'rinedi, usiniň ushın ol aq shoyın dep ataladi. Aq shoyın juda qattı ($HB = 400 \dots 500$) mo'rt, oğan kesiwshi ásbaplar menen kesip islew berip bo'lmaydi. Sanaatda bunday shoyınlardan, tiykarlanǵan, po'lat alinadi, usi sebepli oni qayta islewsheń shoyın ham dep ataladi. Aq shoyınniň bir bólimi balǵalaniwshi shoyın aliwga sarplanadi.

Kúlreń shoyınniň quramında uglerodiň juda ko'p bólimi grafit tarizinde bo'ladi. Bu shoyınniň qálipke qosiliw qásiyetleri joqarı bo'lganligi ushın ol quymashiliq shoyın dep ham ataladi.

Quymashiliq shoyın yaǵníyda grafitiň muğdar, forma hám ólshemi keń shegarada ózgeriwi mümkin. Bul shoyınniň tiykarǵı qurami Fe-C-Si bo'lsa ham, ondagı qo'shimshalar - Mn, P va sonıň qásiyetlerine úlken tásır kórsetedi. Grafitiň forma ko'binshe buralgan japiraq formada bo'ladi.

Kúlreń shoyınlardiň o'rtasha ximiyalıq qurami tómendegishe bo'ladi: $C = 2,4 - 3,88\%$; $Si = 1,0 - 5,0\%$; $Mn=0,5-0,8\%$; $P=0,2-0,4\%$; $S \leq 0,12\%$. Bunday

shoyinnan tayarlangan quymaniń strukturasi shoyinniń ximiyalıq qurami hám de termik islew usilina baylanisli.

Kúlreń Shoyınlar metall asosiniń dúzilisine ko'ra tómendegishe túrlerge bo'linadi:

- a) Perlitli kúlreń shoyın. Shoyinniń bul turi ferrit menen grafitden ibarat bo'ladi;
- b) Ferritli kúlreń Shoyın. Shoyinniń bul turi ferrit menen grafikden ibarat;
- v) Ferrit-perlitli (yaki perlit-ferritli) kúlreń shoyın. Shoyinniń bul turi ferrit, perlit hám grafitden quralǵan bo'ladi.

GOST 4832-86 ga muwapiq kúlreń shoyın quymalardiń tómendegishe markalar belgilengen: CCh00, SCh120, SCh150, SCh180, SCh210, SCh240, SCh280, SCh320, SCh360, SCh400 hám basqalar.

SCh hárıpleri kul reń cyo'yan (seriy chugun) ekenligi, harfdan keyingi sanlar shoyinniń bekkemlik shegarasin (MPa) bildiredi. SCh00 shoyın sinap ko'rilmeydi, Sonday-aq ol áhmiyetli bolmaǵan detallardı tayarlawda isletiledi. SCh120 - SCh210 markalı shoyınlar gruppasınıń bekkemliliği onsha joqarı emes. Olar truba, fittinglar, halqalar tayarlawda isletiledi, olardıń qattılığı 143 - 231 HB ǵa teń.

SCh240 – SCh440 markalı shoyınlar bekkemliliği joqarı shoyınlarga kiredi, olardıń qattılığı 170–260HB bolıp, stanicalar, shtamplar, maxoviklar tayarlawda isletiledi. Júdá qattı hám bekkem shoyınlarga SCh550–SCh650 markalı shoyınlar kiredi; olardan juda áhmiyetli buyımlar, shesterniya, rama tayarlawda paydalanyladi.

Balǵalaniwshı shoyınlar

Aq shoyındı 950-970 °C qa shekem 20-25 saat dawamida áste qızdırıp, usı temperaturada 10-15 saat dawamında tutıp turiw joli menen balǵalaniwshı shoyın alındı. Bunda shoyın quramındaǵı sementit grafit payda etip bólinedi. Jumsatıw protsessin tezlestiriw maqsetinde suyıq shoyıngá ayırım waqıtları vismut yaki alyuminiy qosılıp, quyw aldinan temperatura asırıladı.

Balǵalaniwshı shoyınlardıń soziliwdagı bekkemlik shegarası basqa shoyınlardikine qaraǵanda joqarıraq bolıp, ol soqqı kúshleri tásirine hám korroziyaǵa jaqsı qarsılıq kórsetedi. Bul shoyındı balǵalap bolmaydı, “Balǵalaniwshı shoyın” degen at shártli bolıp, bul attıń kul reń shoyıngá qaraganda bir az plastik bolǵanı ushın berilgen. Balǵalaniwshı shoyın russha atamasınıń bas hárıpleri (KCh), soziliwdagı bekkemlik shegarası (kg/mm^2) hámde plastiklik (%) mánisın qoyıp markalanadı. Máselen, KCh37-12, KCh35-10, KCh30-6, KCh33-8, KCh45-6,

Ferrit tiykarindagi KCh37-12 hám KCh35-10 shoyınlar joqarı iǵallıqqa hám statik kúshler tásirinde isley aladi. Olardan tezlikler qutisiniń ǵilofi, gubshaklar sıyaqlı mashina bólimleri tayaranadı. ǵiloflar, gayka, gaz ovozini páseytiriwshi qurallar, muftalar sıyaqlı bólimler ko'binshe KCh30-6 hám KCh33-8 markali shoyınlardan tayaranadı. Ferritli balǵalaniwshı shoyınlardıń qattılıǵı 160 - 165 HB átirapinda bo'ladi.

Juda puxta shoyınlar

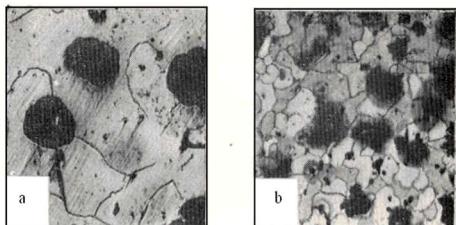
Juda puxta shoyınlarda aq shoyındagi sementitiń bóliniw nátiyjesinde payda bo'lgan grafit danashalariniń forma sharga jaqin bo'ladi. Usiniń ushın bunday shoyınlar joqarı plastiklikke iye bolıp, olardiń mexanik qásiyetleri polattiń qásiyetlerine jaqinlasadi. Grafitiń forma shar formaga ótiwi ushın suyiq metallga metallar (0,03–0,07% muǵdarda) qosiladi. Máselen, juda az muǵdarda (0,05%) magniy qosilsa, grafit strukturasiniń forma shar sıyaqlı boladi.

Juda puxta shoyınlardıń qurami tómendegishe bo'ladi: C=2,7–3,6%; Si=1,6–2,7%; Mn=0,5-0,6%; P=S≤0,1%.

Bul shoyınlar ham kúlreń shoyınlar sıyaqlı russha atlارınıń bas hárıpleri VCh (visokoprochniy chugun) menen belgilenedi, soń soziliwdagı bekkemliligi (birinshi eki san, kg/mm^2) va salıstırmalı soziliw mánisleri (%) kórsetiledi. Máselen, VCh 45-0; VCh 50-1,5; VCh 60 – 2; VCh 45 – 5; VCh 40 – 10;

Juda puxta shoyınlardıń bekkemligin jánede asiriw maqsetinde olarga termik islew beriledi. Máselen, bekkemlikti asiriw maqsetinde olarga taplaw menen bir qatarda joqarı temperaturalarda (500 – 600 $^{\circ}\text{C}$) bosatiw beriledi. Bázida grafitiń

formani jáne bekkemlestiriw ushın olarga jumsatiw beriledi. Bul türdegi shoyınlardiń plastikligi ($\delta = 2 - 7\%$) qattılığı (HB = 150 - 360) joqari bo'ladi.



15 - súwret. Shoyınlardiń mikrostrukturalari, x500:

- a) juda puxta shoyın;
- b) Balǵalaniwshi shoyın.

Juda puxta shoyınlardan avtomobil hám traktorlardiń vallari, muftalar, avtomobillardiń ketingi ko'prikleri, karterler sıyaqlı buyimlar quyip tayaranadi. Bul shoyınlardiń qattılığı 240-270 HB átirapinda bo'ladi.

III. BAP. METALL KONSTRUKCIYALARDÍ CINKLEW

PROCESSINE TAYARLAW.

3.1. Peskstruynaya obrabotka. Maysızlandırıw. Maysızlandırıwdan keyin shayiw

Biz bul bapta cinklewden aldın metall konstrukcianı tayarlawdını hár bir processine toqtalıp ótemiz.

Biz payda etetuǵın qaplamanıń qalınlığı metalldınıń qásiyetine, texnologik processtiń saqlanıwına, vannanıń temperaturasına hám ónimdi vannada uslap turiw waqtına baylanıslı. Qaplamanıń qalınlığı ádette 40 mikronnan 200 mikronǵa shekem cinklew jolı menen alındı.

Hesh qanday pataslanıwlarsız taza metallda qatlam, boyaw materialları gám basqalar bir tegis jatadı hám keleshekte kóoship ketpeydi. Metal konstrukciya betin tayarlaw nadurıs ámelges asırılsa hátteki hár qanday joqarı sapalı óziniń qorǵaw qásiyetlerin joytadı. Metall konstrukciya sırtın tayrlaw onıń korroziyaǵa shıdamlılıǵına úlken tásir kórsetedi. Dáslepki tayarlaw joqarida aytıp ótkenimizdey dáslepki tayalaw bir neshe basqıshtan ibarat. Ayırım waqıtları pataslawshı elementlerdi alp taslawdını tek ǵana bir usılı jetkilikli bolsa, basqa jaǵdaylarda bul usıllardıl hámmesi qollanıladı. Hár bir tazalaw basqıshı pataslanıw dárejesine qarap bir neshe márte tákirarlanıwı múmkin.

Mexanikalıq tazalaw (Peskstruynaya obrabotka) - Jeterli dárejede mayda bolǵan metall granulaları menen kúshli hawa aǵımı járdeminde úplew arqalı (peskostruyka) islew beriw nátiyjesinde metall konstruksiyalarınıń betlerin korroziyadan, túrli pataslıqlardan, shlaklardan, metall okislerinen, quyma qabiǵınan, eski lak hám boyawlardı tazalaw ushın isletiledi.

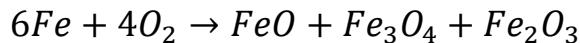
Mexanikalıq tazalaw (peskostruynaya obrabotka) járdeminde pataslawshı elementler kóbinese metaldınıń joqarǵı qatlamı menen birge alıp taslanadı. Bul úsıl menen islew beriwge tómendegiler kiredi.

Abraziv islew beriw (qum menen islew beriw, suwlı qumlı islew beriw h.b). Bunday usıl menen islew bergende metall maydanında tereń daǵallıqlar payda boladı. Olar 0,04-0,1 mm ge shekekm boladı. Bul metall betine qaplama jabısıwın támiyinlewshi faktorlardan biri bolp tabıladı. Mexanikalıq islew neriw baraban,

kamera hám basqa túrdegi arnawlı qurilmalarda ámelge asırıladı. Olar quyma temir yamasa joqarı qattılıqtaǵı birikpelerden tayarlaniwı mümkin. Kvarts qumı, konstrukcion polar yamasa shoyın granulaları (pitíraları) da isletiliwi mümkin. Joqarı basım astında islew beriletuǵın betke baǵıtlanǵan hawa hám metall granulaları (pitíraları) yamasa járdeminde tazalanadı. Bunda metall betinde bir tegis qopal oyıwshalar payda bolası. Mexanikalıq islew beriw derlik barlıq qaplamalar ushın júdá jaqsı islew beriw usılı bolıp tabıladı. Kvarts qumı menen betti tazalaw házirgi künde derlik qollanılmaydı. Sebebi bul islewshi qániyge ushın júdá ziyanlı bolıp tabıladı (kásiplik kesellik silikoz rawajlanıwına alıp keledi). Oladıń ornina metall dáñesheleri polattan yamasa shoyınnan tayarlantı granulalar (pitíralar) abraziv poroshoklar qollanıladı. Metall granula menen islew beriw júdá keń tarqalǵan, sebebi bul usıl eń jaqsı usıllardan esaplanadı. Onı ámelge asırıw ushın 0,15 ten 1,5 mm ge shekem bolǵan metall granulaları yamasa polat yaki shoyınlı poroshoklar isletiledi. Drlik barlıq metallrdı (alyuminiy hám onıń birikpelerinen tısqarı) metall poroshok yaki granula sıpatında isletiw mümkin. Bunda granulaniń úlkenligi hám hawa aǵımınıń kúshi islew beriletuǵın metall qalınlıǵına qarap ornatıldı. Eher mettl betinde tek ǵana tat hám shlak bolsa, maysızlandırıw operaciyasın orınlawǵa zárúrlik joq. Biraq ámeliyatta kóbinese ıssı cinklenetuǵın metallarda maylı pataslanıw joq ekenlige kepillik joq.

Detallardıń, yaǵníy metall konstruksiyalarınıń bet qabatların maysızlandırıw degende biz nenı túsinemiz. Kislotaga shıdamlı arnawlı gerpishten jasalǵan, jumıs kólemi 25m^3 bolǵan vannaǵa quramında 100-150 g/l kaustik soda, 30-50 g/l kalsiylenen soda, 50-70 g/l trinatriy fosfat, 5-7 g/l suyuq shisha bolǵan kislotalı maysızlandırıw eritpesin quyamız hám usı eritpeniń temperaturasın $60-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ǵa kóteremiz qızdırılǵan eritpege metall konstruksiyasın batıramız vannaniń ústi qaqpaq penen jabıladı, vannadaǵı ishindegi arnawlı úskene járdeminde eritpe tolqınlındırıp 20-30 minut dawamında vannaniń ishinde aylandırıldı, nátiyjede metall konstruksiya betleri eritpe menen shayıladı, áne usınday usıl menen metall konstruksiya betleri kislotalı eritpesi menen maysızlandırlıdı. Maysızlandırıwshı vannanada maylardı tazalaw menen birge basqa mexanik pataslanıwlar da

tazalanadı. Metallurgiyas sanaatında giroksirli juwiwshı ertipeler isletiledi Bunda Siliron hám GR eritpelerinen keń paydalanıladı. Siliron kaustik sodaǵa tiykarlangan GR kompressorları bolsa natriy metacilikatqa tiykarlangan. Barlıq sanaatta qollanılatuǵın juwiw eritpelerinde tazalawdı tezlestiriwshi ıǵallawshı elementler boladı.



Qaplamanıń joqarı sapası hám shıdamlılıǵı metalldıń qanshelli sapalı maysızlandırılıwına baylanıslı bolǵanlıǵı ushın qaplamanıń jabısqaqlığın kemeytiwshi hár túrli pataslawshı elementlerdi joq qılıw kerek. Bunday islew beriw ushın tiyisli sharayatlar jaratılıwı kerek. Búgingi künde ıssı cinklewden aldın metalldı maysızlandırıw arnawlı aylaniwshı barabanlarda yaki arnawlı sebetlerge iye qozǵalmalı qurılmalarda ámelge asırıladı.

Eger jeterli dárejede maysızdırılmasa bul óz gezeginde keyingi operaciyaǵa keri tásir kórseted. Yaǵníy may qaldıqalrıń juwiw arqalı da travleniya arqalı da alıp taslaw mümkinshiliǵı joq. Sonıń ushın ilajı barınsha hár bir etap talap dárejesinde orınlanywı maqsetke muwapıq.

Kislota ataması	Maylı pataslandırıwshıladıń qaldıq quramı mg/m² kóp emes	Qollanıw ornı
1-topar		
Xladon 113 ГОСТ 23844		Hár qanday metall hám birikpelerden tayarlangan ónim ushın
Xladon 114B2 ГОСТ 15899	20	Polat, shoyın, mis hám temir, mis nikel, alyuminiy tiykarlı birikpelerden tayarlangan buyımlar ushın
Trixloretilen ГОСТ 9976		Polat, shoyın, mis alyuminiy hám temir, mis nikel, alyuminiy tiykarlı birikpelerden tayarlangan buyımlar ushın
Tetraxloretilen ТУ 6-01-956	20	Polat, shoyın, mis alyuminiy hám temir, mis nikel, alyuminiy tiykarlı birikpelerden tayarlangan buyımlar ushın
Trixloretilen ГОСТ 9976 со стабилизатором СТАТ-1-1% ТУ 6-01-927		Polat, shoyın, mis alyuminiy hám temir, mis nikel, alyuminiy tiykarlı birikpelerden tayarlangan buyımlar ushın
Tetraxloretilen ТУ 6-01-956 со стабилизатором СТАТ-1-1% ТУ 6-01-927		Polat, shoyın, mis alyuminiy hám temir, mis nikel, alyuminiy tiykarlı birikpelerden tayarlangan buyımlar ushın

2-topar

Нефрас C2-80/120 и C3-80/120 ГОСТ 443	100	Qálegen metall hám birikpeden tayarlanǵan buyımlar ushın.
Нефрас-C 50/170 ГОСТ 8505 (перегнанний)		
Бензин-растворитель для лакокрасочной промышленности (уайт- спирит) ГОСТ 3134	1000	Qálegen metall hám birikpeniń maylı pataslıǵın dáslepki tazalaw ushın.

Suwlı tazalaw eritpeleri hám maysızlandırıw rejimleriniń quramı

Suwlı tazalaw eritpeleriniń quramı	Maysızlandırıw rejimleri	Maylı pataslandırıwsh ılıdıń qaldıq quramı mg/m ²	Qollanıw ornı
suwlı juwiw eritpeleriniń quramı	Mugd ar, g/dm ³	tem peratura °C	Maysı zlandırıw chastotası
Состав 1	15	от 60 до 80	от 15 до 50
Натрий фосфорнокис лый, (тринатрийфо сфат), ГОСТ 9337			Для изделий из стали, чугуна, меди и сплавов на основе железа, меди и никеля
ГОСТ 201			
Моющее вещество*			
Состав 2			от 10 до 50
Натрия гидроокись (едкий натр)	10		
ГОСТ 4328			
ГОСТ 22 63			
Натрий фосфорнокис лый (тринатрийфо сфат)	15		
ГОСТ 9937			
ГОСТ 201			
Стекло натриевое жидкое	2-3		
ГОСТ 13078			
Моющее вещество*			

Состав 2	20	от 60 до 80	двукратно	от 15 до 50	Для изделий из стали, чугуна, меди, алюминия и сплавов на основе железа, меди, никеля, алюминия
Стекло натриевое жидкое					
ГОСТ 13078					
Моющее вещество*					
Состав 4	2	от 55 до 60		от 10 до 50	Для изделий из стали, чугуна, меди и сплавов на основе железа, меди и никеля, с повышенными требованиями к отсутствию осадков на их поверхности
Трилон-Б					
ГОСТ 10652					
Нитрит натрия технический	2				
ГОСТ 19906					
Натрий фосфорнокислый (тринатрийфосфат)	3				
ГОСТ 9337					
ГОСТ 201					
Моющее вещество*					
Препарат моющий МЛ-72	450	от 60 до 80		от 20 до 50	Для изделий из стали, чугуна, меди и сплавов на основе железа, меди и никеля
ТУ 84-348					
Синтетическое моющее средство МС-8	40	от 70 до 80			
ТУ 6-15-978					
Препарат моющий КМ-2	60	от 40 до 50			
ТУ 6-18-5					

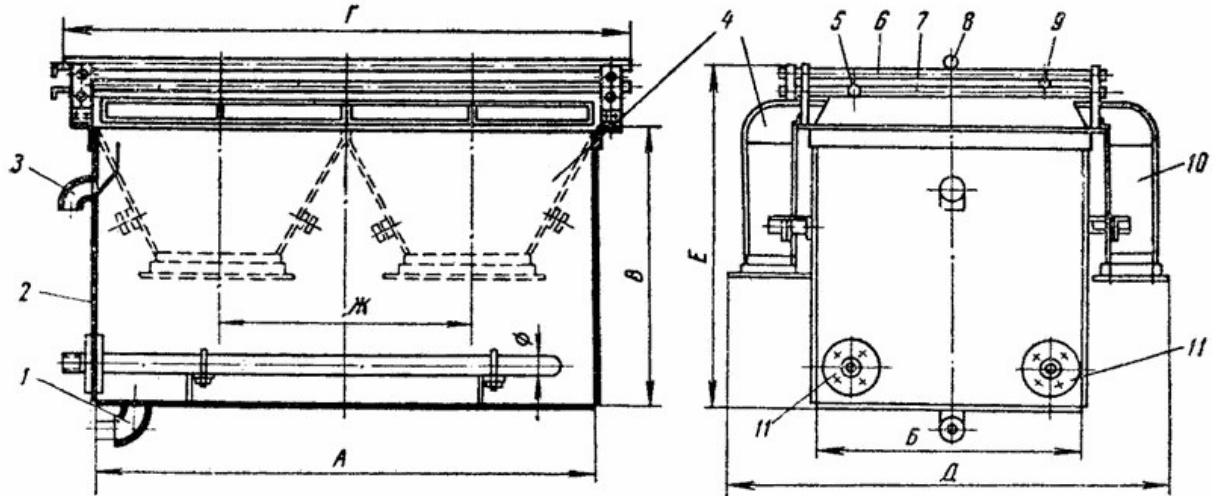
					и сплавов на основе железа, меди, никеля, алюминия
Средство моющее техническое синтетическое ВИМОЛ	10	от 60 до 70	двукратно	от 20 до 50	Для изделий из стали, чугуна, алюминия и сплавов на основе железа, никеля, алюминия
ТУ 38-10761					
Средство моющее техническое синтетическое ВИМОЛ	20	80		от 5 до 50	Для изделий из меди и ее сплавов
ТУ 38-10761					
Средство моющее техническое ТМС-31	80			от 20 до 50	Для изделий из стали, чугуна и сплавов на основе железа, никеля, алюминия
ТУ 38-107113					
Средство моющее техническое Вертолин-74	75	от 70 до 80	однократно	от 5 до 50	Для изделий из алюминия и его сплавов
ТУ 38-10960					
Средство моющее техническое Вертолин-74			двукратно		Для изделий из стали, чугуна, меди и сплавов на основе железа, меди и никеля
ТУ 38-10960					

Обезжиrivатель сплавов алюминия (ОСА) ТУ 6-1816	5	1	однократно		Для изделий из алюминия и его сплавов
Обезжиrivатель сплавов алюминия (ОСА) ТУ 6-1816	15	от 70 до 80	двукратно	от 20 до 50	Для изделий из стали, чугуна, меди и сплавов на основе железа, меди и никеля
Моющие средства бытовой химии**	50	от 60 до 80			

Metallardı maysızlandırıw ushın vanna hám úskenele. Metall sırtın maysızlandırıw ushın túrli dizayndaǵı vannalar hám úskenele qollanıladı. Vanna hám hám úskenenı tańlaw maysızlandırıw ushın qanday usıldan paydalaniwımızǵa hám islew beriletuǵın ónimniń ólshemlerine baylanıslı boladı.

Eń ápiwayı úskenele - túrli ólshemdegi metall vannalar.

Ximiyalıq hám elektroximiyalıq maysızlandırıw ushın metal vanna (89-súwret) bekkem polattan tayarlangan korpus 2, puw spirali 11, samallatiwshı qaptal qaqaqları 4 hám 10, uslaǵıshlar 6 va 7, anod hám katod tayaqshaları 5, 8, 9, a dan ibarat. Maysızlandırıwshı eritpeni kanalizatsiyaǵa túsiriw uchun kran maslaması 1, vannalardı aǵım suw menen toltırıw ushın kran qurılması 3. Vanna ishinde jaylasqan puw spirali vannadaǵı suw hám eritpeni 60-80 ° C temperaturaǵa shekm qızdırıwǵa xızmet etedi.



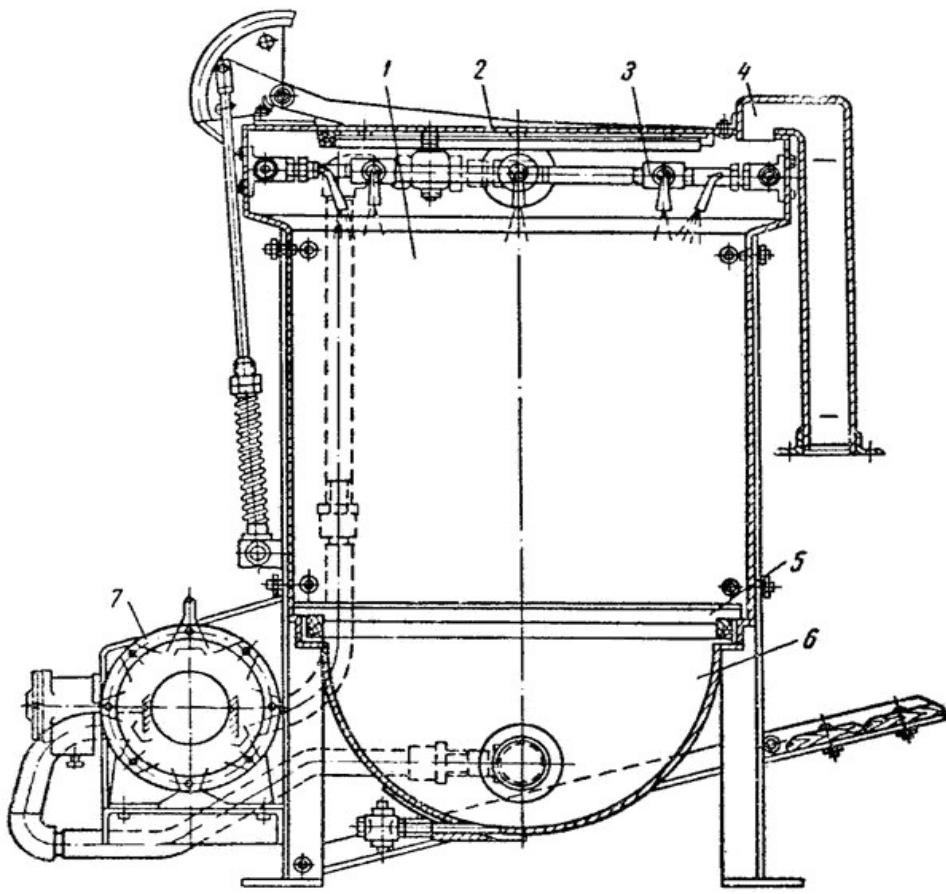
89-súwret Ximiyalıq va elektroximiyalıq maysızlandırma ushın metall vanna

Samallatıwshı qaptal korpusları maysızlandırma waqtında shıǵatuǵın ziyanlı gazlerdi shıǵarıp taslaw ushın arnalǵan. Samallatıwshı qaqpaqtıń sanı hár bir vannaǵa birewden tuwra keledi, onıń ulıwmalıq ólshemleri: kishi - 2, orta-4 ten 6 ága shekem, úlken - 8 dn 16 ága shekem.

Metall vannalar korpusları A uzınlığı 600 dan 6000 mm ge shekem, biyikligi B 700 den 1200 mm ge shekem, eni B 500 den 1000 mm ge shekem. Bunday vannalardıń biyikligi E 840 tan 1500 mm ge shekem, eni D 950 den 1520 mm ge shekem uzınlığı D 720 dan 6200 mm ge chekem. Kórsetilgen ólshemdegi vannalar kólemi 180 nen 6300 litrge shekem.

Organik eritiwshilerde ónimniń sırtın maysızlandırma arnawlı úskenerde ámelge asırıladı. (90-súwret). Onıń tiykarǵı bólimleri:

1-2 kamera, eritiwshi ushın rezervuar 6-rezervuar, 4-shamollatish korpusı, 5-filtr, 7-nasos, púrkewshi qurılma 3, bul nozullar sistemасına iye truba. Maysızlandırma ushın ónim kameraǵa jaylashtırıldı. Nasos jabılǵanda, baktegi organik eritiwshi trubka arqalı púrkew qurılmasına quyladı, ol jerden ónimge jiberiledi, nátiyjede olardıń beti maysızlanadı. Ónim betinen organik eritiwshi suw saqlaǵıshqa aǵıp túsedı, sonıń menen birge filtr arqalı mexanik aralaspadan tazalanadı. Rezervuardan organik eritiwshi jáne púrkegish qurılmasına beriledi hám maysızlandırma processi qaytalanadı.



90-súwret Organik eritiwshilerde maysızlandırıw ushın vanna

Maysızlandırıw vannası

Ishki ólshemi	12500 x 3200 x 3500 (B) mm
Suyıqlıq kólemi	140 m ³
Vannanıń ulıwma salmaǵı	25 tonna
Propilen qaplamasınıń qalınlığı	20 mm
Vanna kislotasınıń túri	1,5% HCl, 1,5% H ₃ PO ₄ , 1,5% arnawlı maysızlandıdrwshı eritpe



Ónimlerdi maysızlandırıw bekkem jabilǵan aylanıwshı barabanlarǵa iye bolgan qurılmalarda ámelge asırıladı, olarǵa onimler hám maysızlandırıwshı eritpeler menen toltırıladı. Bul barabانlar minutina 20-30 márte aylanadı.

Maysızlandırlıgannan keyin polat betinde siltili (gidroksid) elementler, sabın, mexanik eritpeler hám maylardı óz ishine alǵan eritpeniń belgili muǵdarı qaladı. Metalldı tazalawdan keyin jeterli dárejede juwmaw onda túrli kemshiliklerdiń payda bolıwına, qorǵaw qatlamınıń antikorroziv qásiyetleriniń tómenlewine alıp keliwi múmkin.

Qaldıq pataslawshı elementlerdi polat betinen tazalaw tiykarınan pataslanıw hám juwiw ushın isletiletuǵın suw arasındaǵı interfeys (mejfazniy) enefrgiyaniń muǵdarına, pataslawshı elementlerdiń suwǵa tarqalıw tezligine baylanıslı. Suwıq suwda sabın hám maylar tez qatıp qalıwı, olardı polat maydanınan alıp taslawdiń qıyınlasiwı bizge belgili. Siltilerdiń (gidroksid) ıssı suwda eriwsheńligi hám tarqalıw dárejesi suwıq suwǵa qaraǵanda bir qansha joqarı. Girroksidli eritpede maysızlandırlıgannan keyin eki basqıshta suw menen shayıw usınıs etiledi. Dáslep metall betinde qalǵan sabın hám emulciya plyonkaların alıp taslaw ushın jumsatılǵan suwda (jumsatılǵan suw degenimiz – onıń qattılıǵına juwap beretuǵın

kalciy hám magniy ionları natriy (Na^+) ionına almasqan suw) juwiladı. Bunda turaqlı túrde vannaǵa taza suw aǵızızp turıw hám súw betinde payda bolǵan malı plyonka alıp tazalanıp turıwı talap etiledi. Keyin eritpe qaldıqları hám aralaspaların juwmaqlawshı tazalaw ushın ıssı taza suwda juwiladı. Bul tat payda bolıwınıń aldın alıw ushın metalldıń tez keptiriliwin támiyinleydi. Fosfat qaldıqların sırttan alıp taslaw eń ańsat, al gidroksitti alıp taslaw eń qıyın operaciya bolıp tabıldadı. Sonıń ushın bul basqıshqa ayriqsha itibar talap etiledi. Metall betin tazalawdan keyin shayıw ushın isletiletuǵın suw pataslanıw deregi boliwı da múmkin. Quramında metalldıń betinde absorbcıyalanıwı múmkin bolǵan kolloidlar boladı. Ayırım jaǵdaylarda sırttı qurǵatqannan keyin qalǵan shógindiler erimeytuǵın karbonattıń payda bolıwı sebepli erimey qaladı. Sonıń ushın juwıwda paydalananatuǵın suwdı tazalaw hám jumsatiw ushın arnawlı suw tazalawshı qurılmalar ornatıldı. Qaldıq pataslanıwdı tereń oyıqshaları bolǵan polat betinen alıp taslaw qıyınhılıq tuwdırıdı. Sonıń ushın sırttı júdá tez joqarı sapalı tazalaw zárür bolsa, (cinklew qaplamasın payda etiwde) shotkalı kir juwiwshı arnawlı mashina járdeminde mexanik tazalaw menen birgelikte tazalaw ámelge asırıladı.

Kislotaǵa shıdamlı gerpishten jasalǵan, jumıs kólemi 25m^3 bolǵan júzeni tazalawshı vanna.

Maysızlandırıw eritpesiniń quramı:

Kaustik soda 100-150 g/l

Kalsiylengen soda 30-50 g/l

Trinatriy fosfat 50-70 g/l

Suyıq shisha 5-7 g/l

Eritpeniń temperaturası $60-80\ ^\circ\text{C}$, eritpede konstruksiyalardı uslap turıw waqtı 20 dan 30 minutqa shekem.

Maysızlandırıw protsesinde kelip shıǵatuǵın kemshilikler.

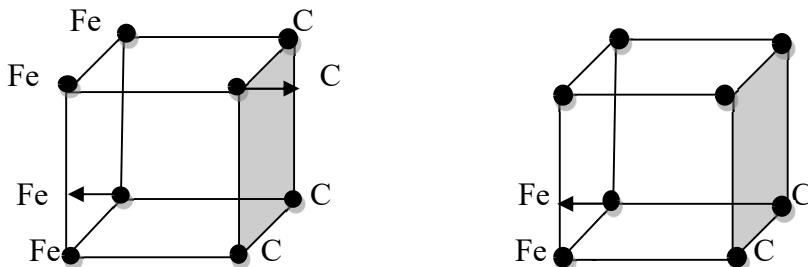
Kemshililer	Payda bolıw sebepleri	Saplastırıw usılları
Na detalyax beliy nalet	Maysızlandırgannan keyin sapasız juwiw	Qayta juwiw
Maysızlandırılıǵanna n keyin maylı pataslıqlar pylonka hám daq kórinisinde qalıwı.	Jetkilikli emes	Komponentlerdiń konsentratsiyasın tuwrılaw. Analizlew yaki aralaspanı ózgertiw.

3.2. Metall betine ximiyalıq islew beriw (Травление), ximiyalıq islew bergennen keyin shayıw.

Metaldıń sırtqı júzine ximiyalıq usılda islew beriw procesi metall sırtın ıssı qayta islew (metall shańı) yamasa jaqsı saqlanbaǵan jaǵdayda (tat) nátiyjesinde payda bolǵan oksidler qatlamın shıǵarıp tazalawdan ibarat. Metalldıń sırtqı júzine ximiyalıq usılda islew beriw ortalığında temperatura (18-25 °C) hám 165 ten 170 g/l ge shekem (14-16% eritpe) konsentraciyaǵa iye bolǵan xlorid kislota menen ámelge asırıladı. Xlorid kislotanıń abzallığı - bul taza jiltıraq júzin temir xloridleriniń jaqsı eriwsheńligi hám eritilgen sink penen jetkilikli ıǵalaniwı. Tek oksidler hám gidroksidlerdi alıp taslaw ushın ingibitorlardi qosıw usınıs etiledi, bul tiykargı metallǵa tásır qılıwdı shekleydi hám vodorod penen toyınıw qáwpinen saqlaydı. Vannada konsentratsiyasın tuwrı baqlaw nátiyjesinde qayta islew sapasın, shıǵınların, shıǵındıların hám qorshaǵan ortalıqtı optimallastırıdı.

Ximiyalıq islew beriw (travlenie) tat hám oksidlerdi tazalawdıń eń keń tarqalǵan usılı bolıp tabıladı. Íssı cinklew zavodınıń derlik hámmesinde usı usıldan paydalanyladi. Temir birikpelerin travlenie qılıw metall betinen korroziyanı tazalawdıń ximiyalıq hám elektroximiyalıq tazalawdıń barlıq usılların óz ishine aladı. Travlenie sózi kóbinese «dekapirovanie» depte júritiledi Dekapirovanie francuzsha «decaper» sózinen alıńǵan bolıp, «jalańashlaw» degen mánisti ańlatadı. Yaǵniy travlenie nátiyjesinde metall betinen oksid pylonka menen birge 1-2 atomlı qabat alıp taslanadı. Bizge belgili metallarda kristall

reshotkalar x, y, z kósheri boylap ósedi. Bul jerde x uzınlıq, y eni, z bolsa, maydanı bolıp tabıldadı. Demek travlenie nátiyjesinde maydan yaǵníy z ten 1-2 atom qabat qırşıp alıp taslanadı. Bundaǵı tiykargı maqset keyingi basqıshta yaǵníy flyuslewde metall maydanına cinktiń atomın otırǵızıw bolıp tabıldadı.



Hár qanday ólshemdegi qosımsha detallar, bekkemlegishler, trubaprovodlar, prokat ónimler, elektr stanciyalarıbdaǵı qazanxanalar da ximiyalıq islew beriledi. Tiykargı ximiyalıq islew beriwshi ortalıqta legirlenbegen polatlar ushın mineral kislotalar, xlorid hám altıngúgirt hám kem fosforlı eritpelerden paydalanyladi. Ximiyalıq islew beriw (Travleniya) waqtında tiykargı reakciyalar menen birgelikte qosımsha reakciyalar da júz beredi. Ximiyalıq islew beriwde oksif hám xlorid kislota arasındaǵı reakciya tomendegi ulıwmalasqan formula menen ańlatıw mümkin.



Al ximiyalıq islew beriw waqtında eritpe menen metall arasındaǵı reakciya tómendei formula menen ańlatılıADI.



Sonı da aytıp ótiw kerek qosımsha reakciya processinde temir duzları menen bir qatarda suwda payda boladı. Solay etip ximiyalıq islew beriw vannasındaǵı ajiralıp shıqqan vodorod muǵdarı oksid hám tattı tazalaw processindegi qosımsha reakciyanıń intensivligin xarakterleydi. Qosımshalarsız islewshi ximiyalıq islew beriw vannalarında, jarılǵan hám tolıq oksid plyonkası menen qaplanbaǵan temir birikpelerinde kúshli vodorod ajıralıwı tez baqlanadı. Bitaq eger islew beriletugın material tolıǵı menen oksid plyonkası menen qaplanǵan bolsa, dáslepki islew beriw waqtında vodorod sharikleri payda bolmaydı hám oksidten tazalaw processi júdá ásten dawam etedı. Bul 3 valentli temir oksidiniń barlıq mineral kislotalarǵa pás reakciyaǵa iye ekenligi menen baylanıslı. Metall betindegi jaylasqan eki valentli temir oksidi plyonkaları kislotalar menen jaqsı reakciyaǵa kirisedi.

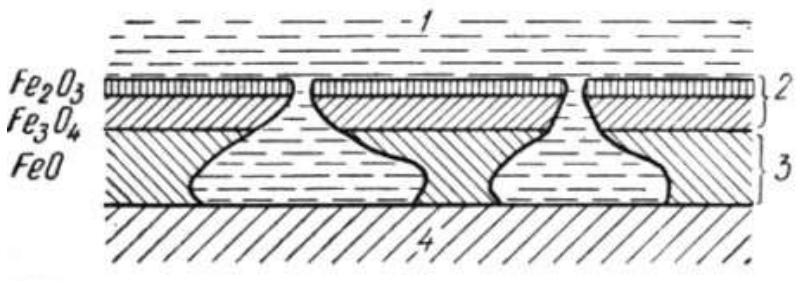


Рис. 8. Схема воздействия кислоты на окислы железа в окалине:
1 — серная кислота; 2 — слабо растворимые окислы; 3 — легко растворимые; 4 — стальная основа
metallicheskiv-nnital.ru

8-súwret. Altıngúgirt kislota eritpesiniń temir oksidine yásir sxemasi.

Process baslangannan kóp ótpey eritpe eki valentli temir duzlarınıń muğdarına qaray jasıl yaki toq jasıl reńge ózgeredi.

Sırttı qayta islew beriw boyinsha túrli ádebiyatlarda eksperimental nátiyjeler ayırım waqıtları qarama-qarsı ekenligin kóriwimizge boladı. Ximiyalıq islew beriwdiń sapası ushın anıq bir belgilengen kriteriya joq. Tat hám oksidti ximiyalıq tazalaw processin belgileytugın tiykarǵı faktorlar eritpe hám islew beriletugın material bolıp tabıladı.

Uzaq waqıt dawamında issı cinklew waqtında xlorid kislota kóbinese ximiyalıq islew beriwdede qollanılıp keldi. Biraq keyin ala ximiyalıq islew beriwdede altıngúgirt kislotasından paydalaniw jolǵa qoyıldı. Biraq xlorid kislotanıń shıǵındı suwların qayta islew mümkinligi, bul eritpeden paydalaniw arzanlıǵı hám jaqsı isle wberiw qásiyeti sebepli onnan paydalaniw qayta jolǵa qoyılmaqta. Xlorid kislota tek ǵana taza ximiyalıq islew beriw zavodlarında paydalanılıp qoymastan, aldınları altıngúgirt ksilotası menen islegen ximiyalıq islew beriw bólimleri de xlorid kislotası menen islew ushın qayta tiklenbekte. Xlorid kislota shıǵındı suwlarının hâtteki galvanik nikellewden aldın sırttı qayta islewde de paydalaniw mümkin. Xloridler menen salıstırǵanda temir sulfadlarınıń eriwsheńligi tómen bolǵanlıǵı ushın altıngúgirt peren islew beriwdede duzlar qayta islengen metall betnde qaladı, bul bolsa xlorid kislota menen salıstırǵanda cinklew vannasında garcinktiń joq bolıwnıń kóbayıiwine alıp keledi. Xlorid kislota menen islew bergende metall sırtı júdá jiltır hám taza boladı. Biraq buniń bir ziyanlı tárepi bar, bunday sırt joqarı ximiyalıq aktivlikke uye hám qorǵaw qatlami bolmasa tez korroziyaǵa ushiraydı. Sonıń ushın ximiyalıq islew berip juwilgannan keyin tazlik penen qurǵatıp cink penen qaplaw maqsetke muwapiq.

Tómendegı súwrette altingúgirt kislotası hám xloridm kislotası menen islew berilgen metalldıń úlgileri keltirilgen.

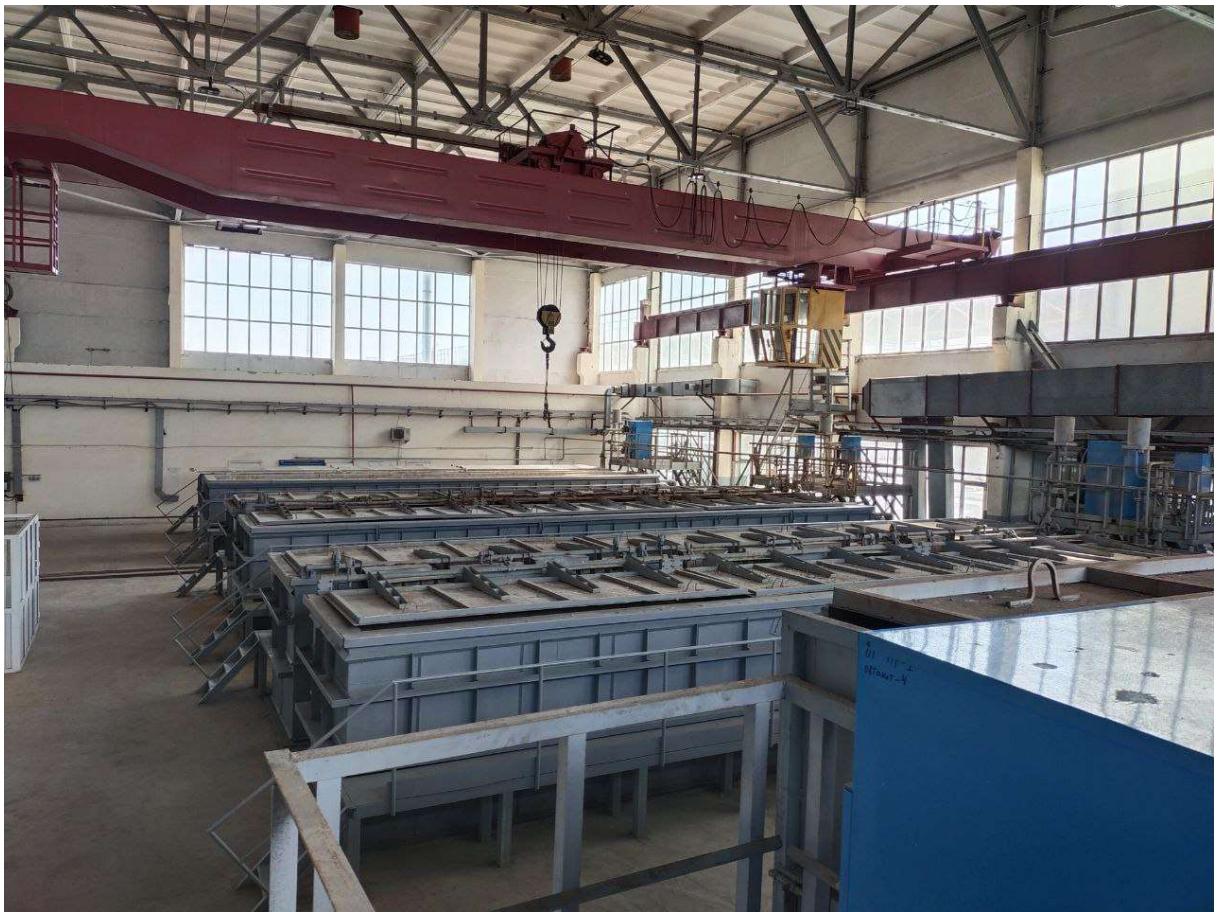


Рис. 12. Внешний вид образцов после выдержки в течение 131 дня в эксикаторе при 20° С, относительной влажности воздуха 80% и обработки:

верхний ряд — в 18%-ной $H_2SO_4 + 70$ г/л Fe, 55° С;
средний ряд — в $HCl + 70$ г/л Fe, 20° С; нижний ряд —
пескоструйная обработка

Bul metallar dáslep 131 kún dawamında 20°C temperaturada salıstırmalı ígallığı 80% bolǵan ortalıqta saqlanǵan.

Xlorid kislota xana temperaturasında da jaqsı islew beriw qásiyetine iye al altingúgirt kislotası menen islew beriwde 55-60 °C temperatura talap etiledi



Ximiaylıq islew beriw vannası

Ishki razmeri 12500 x 3200 x 3500 (B) mm

Suyıqlıq kólemi 140 m³

Vannanıń ulıwma salmaǵı 25 tonna

Propilen qaplamasınıń qalınlığı 20 mm

Vanna kislotasınıń túri 50% xlorid kislota 50% suw

Duzlı eritpeni tayarlaw hám tekseriw.

Duzlı eritpeniń quramı: duzlı (xlorid) kislota -170 g/l (14-16% eritpe), duzlı eritpeni tayarlawda paydalanylatuǵın vanna yarımina shekem suw menen toltırıldı. Keyin qáwipsizlik qaǵıydarlarına ámel etken halda, 170 g/l muǵdarındaǵı duzlı (xlorid) kislota qosılادı, sonnan keyin vannaǵa toltırıp suw quyıldadı.

Eritpeniń temperaturası 18 °C tan 30 °C qa shekem boladı, eritpede konstruksiyalardı 10 nan 90 minutqa shekem uslap turıladı. Bettegi shań hám tat muǵdarına qarap, metallǵa ximiyalıq islew beriw eritpesi (rastvor travlenie) qısılǵan hawa menen aralastırılıp, processti kúsheytedi. Eń joqarı ximiyalıq islew

beriw (travlenie) dárejesi 170 g/l kislota konsentratsiyasında 14-16% eritpege jetedi. Jumis waqtında islew beriw eritpesiniń konsentratsiyası tómenleydi. Eritpedegi kemshilikler tiǵızlıǵı hám ximiyalıq analiz nátiyjelerine qarap (14-16% xlorid kislota eritpesiniń tiǵızlıǵı 1,1 g/m³), eger eritpedegi temir xlorid konsentratsiyası maksimal 170-180 g/l. ga jetpegen. Eger xlorid kislota konsentratsiyası 50g/l ge kemeygen hám temir xlorid muǵdarı 170 g/l ge kóbeygen bolsa, eritpe isletiwge jaramsız dep tabıladi hám islew beriw vannasınan alıp taslanadı.

Ximiyalıq islew beriw (travlenie) kóp waqt talap etetuǵın proces bolǵanlıǵı ushın, jumis ónimdarlıǵın asırıw ushın minimal 2 vanna maksimal 3 vanna menen támiyinleniwi kerek.

Ximiyalıq sildew beriwden keyin shayıw.

Jumis kólemi 25m³ bolǵan ıssı suw menen juwiw vannası. Kislotaǵa shıdamlı gerbish penen qaplangan. Suw temperaturası 60 °C tan 80 °C qa shekem. Juwiw waqtı shama menen 2 minutti quraydi, qisilǵan hawa menen aralastırıw waqtındaǵı, ximiyalıq islew beriw operacyasınan keyin metall konstruciyalar hám buyımlar betindegi eritpeniń qaldıqların, hám olardıń quramındaǵı temir duzların alıp taslaw ushın juwiladi. Ximiyalıq islew berilgennen keyin bettegi temir muǵdarı 2,0-2,5 g/m³ bolıwı múmkin.

Juwıwshı suw quramındaǵı aralaspalar laboratoriya tárepinen qadaǵalanadı. Suwda erigen aralaspalar muǵdarı 5 g/l ge shekem bolıwı múmkin. Xlorid kislotaniń ruxsat etilgen konsentraciyası 10,2 g/l ulıwmalıq temir (eritilgen hám 10 g/l jaǵdayında). Metall konstruksiyalardı hám buyımlardı ximiyalıq islew bergennen (travlenie) keyin juwiw ushin rN-6-9 bolǵan sanaat suwınan paydalaniwǵa ruxsat etiledi. Juwıwshı suw neytrallaw stanciyasına túsiriledi.

Kislotaǵa shıdamlı gerbishten islengen 25m³ kólemdegi suvíq suw menen juwiwshı vann.

Bul process ximiyalıq islew bergennen keyin metal konstrukciya betinde qalǵan eritpe qaldıqların hám duzlardı tolıǵı menen tazalaw ushın ámelge asırıladı. Bunda juwiw aǵıp turǵan suw astında 25-30 °C temperaturada ámelge asırıladı. Juwiw bir neshe minut dawam etedi hám suwı tolıǵı menen sırqılıp

bolaman degenshi vanna ústinde uslap turıladı. Eger juwiw vannada ámelge asırılsa vannada suw arnawlı qurılma járdeminde tez hám kúshli basım menen shayqatıp turıladı.

Juwıw vannası

Ishki razmeri	12500 x 3200 x 3500 (B) mm
Suyıqlıq kólemi	140 m ³
Vannanıń ulıwma salmaǵı	25 tonna
Propilen qaplamasınıń qalınlığı	20 mm
Vanna kislotasınıń túri	suw



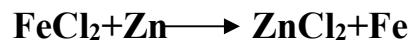
Наименование операции	Состав технологических растворов					Режим работы ванн		Примеч.
	Компоненты технологическиx растворов	начальная		конечная		Температура	Время, мин	
		г/л	%	г/л	%			
2	3	4	5	6	7	8	9	10

	Обезжиривание	Сода каустическая Сода кальцинированная Тринатрийfosfat Стекло жидкое	30-50 50-70 5-7						1,50- 1,70 плотность
	Травление в солянокислом растворе	Соляная кислота	170	14-16	50	5-7	20-30	10-90	
	Промывка в горячей воде	Вода водопроводная					60-80	1,2-2,0	
	Промывка в холодной воде	Вода водопроводная					18-20	1,2-2,0	
	Флюсование	Цинк хлористый Аммоний хлористый	40±10 270±10				60-80	20-30	pH 4-5 плотность 1,28 г/см ³
	Сушка						12 0-150	1 0-30	
	Горячее цинкование	Расплав цинк ЦОА, Ц1 Алюминий Свинец С1	Основные более 0,02 6-1,2				455-458	2-3	
	Охлаждение						15-20		Воздушное
	Пассивирование (осветление)	Ангидрид хромовый кислота серная кислота азотная	5-60 5-20 5-20				30-40	0,5-1	
0	технический контроль и примерка								

§ 3.3. Flyuslew. Cink vannasına batırıwdan aldın qurǵatiw hám qızdırıw.

Ximiyalıq islew beriw (travlenie) den keyin jaqsılap juwıp keptirilgen metall konstrukciya keyingi islew beriw yaǵníy flyuslew vannasına ótkeriledi. Bul basqıshıta ıssı cinklew processiniń eń áhmiyetli basqıshı bolıp cinklew processiniń nátiyjesine tásırı joqarı bolıp tabıladı.

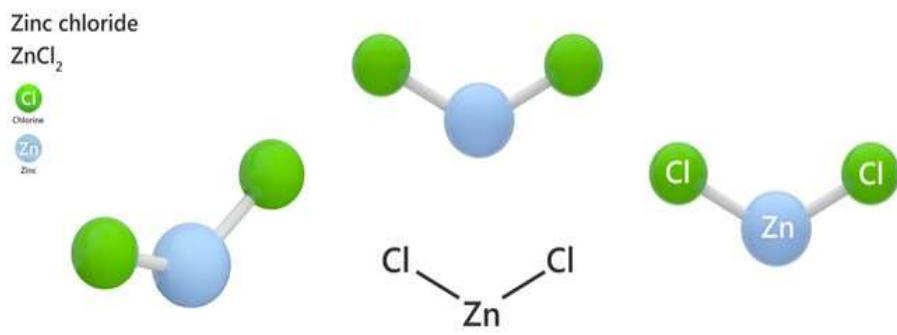
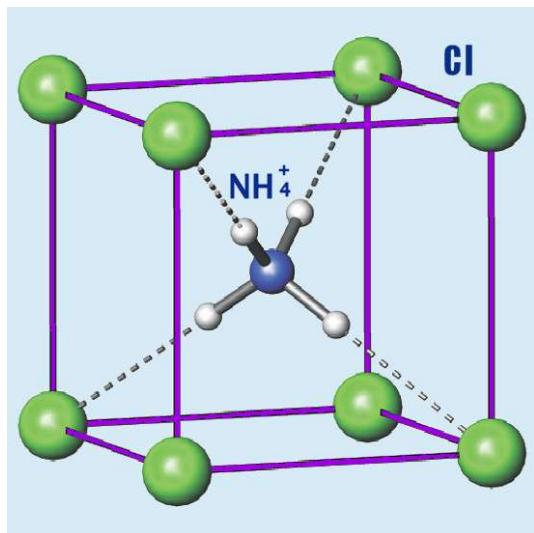
Metall konstrukciyani flyuslewden maqset, kózge kórinbes oksid plyonkaların alıp taslaw, bettiń iǵallanıwın jaqsılaw hám sonıń menen bir qatarda metall betinde qalǵan temir duzların, yaki uglerodlı pataslanıwlardı tazalanadı. Flyus metall betin cink penen aktivlestiredi bul bolsa, metall konstrukciya eritilgen cinkke batırıw processinde metall menen cink ortasındaǵı baylanıstı támiyinleydi. Flyustiń bólekleniw waqtında júzege kelgen ushiwshı eritpeler vanna aynasındaǵı pataslawshı elementlerdi mexanikalıq tazalawǵa járdem beredi hám metall konstrukciyani cinkli vannaǵa batırıwǵa neytral ortalıq jaratadi. Flyuslewge shekemgi operaciyalar jaqsı orınlanǵan bolıwı kerek. Aldıńǵı operaciyalar nátiyjesinde sırt qanshelli taza bolsa, flyuslewdiń hám texnologik hám ekonomikalıq jaqtan tásiri jaqsı boladı. Flyuslew processinde maysızlandırıw yaki ximiyalıq islew beriwden (travlenie) qalǵan pataslıqlar tazalaw mûmkin emes. Shala ximiyalıq islew berilgen metall konstruksiya flyuslengennen keyin cinklew vannasına batırılǵanda travlenieden qalǵan temir duzları Cink penen reakciyaǵa kirisedi.



Bunday jaǵdayda garcink qaldıq temir duzları muǵdarına qarap payda boladı hám cink betinde kúl plyonkaları payda boladı.

Garcink bul – bul ıssı cinklew processinde payda payda bolatuǵın FeZn_7 formulası bolǵan temir-cink birikpesi bolıp, tiǵızlıǵı 7 ge eriw temperaturası 530°C qa teń bolıp tabıladı. Garcinktiń quramında 90-97 % cink boladı.

Íssı cinklewde flyuslew tiykarınan cink xlорid (ZnCl_2) hám ammoniy xlорidden (NH_4Cl) paydalanyladi.



shutterstock.com • 769733368



bul sistema eritpe quramındaǵı eki duzlı aralaspanıń háreketin xarakterleydi. Bul elementler suwlı eritpelerde de eritpelerde de ximiyalıq birikpe payda etedi.

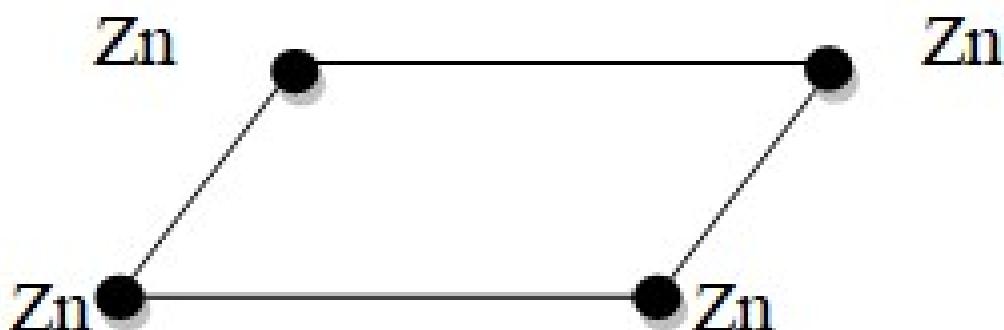
Bynday flyuslewde tiykarǵı róldi ammoniy xlorid atqaradı, sebebi ol eritilgen cink penen baylanısqanda NH_5Cl bóliniwi waqtında payda bolǵan xloridti jetkerip beriwshi $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{NH}_3 + \text{HCl}$ bolıp tabıladı.

Byl reakciya ónimde hár dayım az yaki kóp muǵdarda bar bolǵan ígallıq esabına júzege keledi. Ígallıq xlorid duzlarınıń bólekleniwine, xlorid kislota payda boiwına járdem beredi. Vodorod xloridi temir oksidi, cink hám ónim betinde, jáne de vanna betinde jaylasqan basa elementler menen óz-ara tásirlesedi.

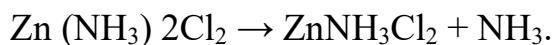


Payda bolǵan xlорidlerdiń kópshilik bólegi (alyuminiy, qalayı, surma FeCl_3) puwlanadı. Sebebi olardıń qaynaw temperaturası cinktiń eriw temperaturasınan bir qansha pás boladı.

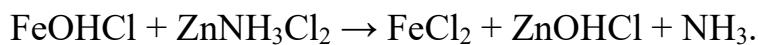
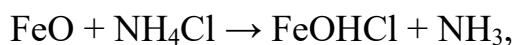
Fleyuslewdən keyin flyus eritpesiniń quramındaǵı cink xlорidiniń atomları metall konstrukciya betine otıradı. Bul keyingi basqıshta yaǵníy metall konstrukciyanı cinkli vannaǵa batırǵanda cink penen metall konstrukciyanıń qaplanıwıń támiyinleydi.



Flyus eritilgen cink penen óz-ara tásirleskende reakciyalarǵa muwapiq kompleks birikpeler payda boladı.



Temir oksidleriniń kemeyiwi reaktsiyalarǵa muwapiq dawam etedi:



Cink oksidleri de tap sonday reaksiyaǵa kirisedi. Ádebiyatlardı úyrengenumizde, temir eritpede eritilgen cinkka qaraǵanda 3 márte tezrek eriydi va flyus penen reaksiyaǵa kirisiwiniń qısqa müddetine qaramay, onıń belgili bir bólegi garcinkke ótedi. Eritilgen flyus penen glyuslewde 6% glitserin qosılǵan ammoniy xlорid ($\text{ZnCl}_2 \cdot 3\text{NH}_4\text{Cl}$) penen cink xlорidtıń eki ese duzınan paydalaniw maqsetke muwapiq.



Jumıs kólemi 25m^3 ximiyalıq shıdamlı qaplamaǵa iye flyuslew vannası.

Eritpeniń quramı:

Cink xloridi -240 g/l,

Ammoniy xloridi 270 g/l,

Cink oksidi -130-140 g/l,

Eritpeniń temperaturası 60°C tan 80°C qa shekem, flyuslew eritpesinde ónimdi uslap turiw waqtı 30 dan 40 minutqa shekem. Eritpeniń jumıs tiǵızlıǵı $1,28 \text{ g/m}^3$ ti quraydı. Eritpeniń pH mánisi 4-5 ke teń.

Flyus eritpesi laboratoriyada cink xloridi, ammoniy xloridi, temir, sonday-aq tiǵızlıǵı hám kislotası boyınsha tekseriledi. Flyustiń zárúr kislotalılıǵı menen Zn ti teńsarmaqlıqta uslap turiw ushın flyuslew vannasınıń tómengi bólimine Zn quymaları jaylastırıldı. 1,5-2,0 g/l den artıq temir elementi garcink payda bolıwınıń kóbeyiwine alıp keledi. Temir shókpesi payda etiw (tınıqlastırıw) vodorod peroksid qosılıw járdeminde ámelge asırıladı. Filtrlew maslaması járdeminde vannadan temir gidroksidi shógindisi alınadı. Alıńǵan eritpedegi kemshilikler jetispey atırǵan komponentlerdi qosıw arqalı tolıqtırıldı.

Flyuslewdən keyin metalldı qurǵatiw. Texnologik tayarlıq jumıslarınıń bul juwmaqlawshı basqıshi islew berilgen metal konstrukciya yaki detall betinen iǵallıqtı joq qılıw ushın ısıtıwdı óz ishine aladı. Cinklew natijası bul basqıshitı tolıq ámelge asırıw sapasına baylanıslı, sonıń ushın onı arnawlı qániygeler orınlagani maqsteke muwapiq.

Metalldı qurǵatiw ne ushın kerek?

Eger metall flyuslewdən keyin dárhəl eritilgen cinkli vannaǵa batırılsa, onda onıń betinde qalǵan suw puwlana baslaydı. Nátijede, bul erigen cinktiń partlawına hám tegis bolmaǵan qaplamalı hám jaman jabısqaq jerlerdiń payda bolıwına alıp keledi. Polat hám basqa metallardı cinlewdən aldın qurǵatiw bul mashqalalardıń aldın aladı hám cinkti turaqlı temperaturada uslap turiw ushın zárúr bolǵan energiyani tejeydi. Qurgatıw ushın arnalǵan pech tek ǵana iǵallıqtı joq qılıwǵa járdem berip qoymastan ónimlerdi shama menen 100 °C qa shekem qızdırıdı.

Metalldı qurǵatiw processiniń qásiyetleri.

Polat hám metall konstrukciyalardı qurǵatiw arnawlı quritatıǵın pechte ámelge asırıladı, hár bir cinklew liniyası usınday pech penen úskelenlengen boladı. Metall konstrukciyanı qurǵatiw texnologiyası júdá ápiwayı: ónimler qurǵatiw kamerası boylap shıqqanda, olar ıssı hawa menen ısistıladı, onıń temperaturası 120-150 °C tan aspaydı. Bul metalldı qurǵatiwǵa, metall betindegi flyusti tolıq qatıwına hám sonıń menen birge eritilgen cinkke ónimlerdi batırıw waqtında ternal shokqa ushıramawına járdem beredi. Eger qurǵatatuǵın pechte temperatura júdá joqarı bolsa, flyustiń bóliniwine alıp keledi. Bunıń nátijesinde qurǵatqannan soń metall hám cink ortasındaǵı reakciyanı támiyinlewshi flyus qalmayıdı, bul qaplamadaǵı kemshiliklerdiń payda bolıwına alıp keledi.

Juwmaqlaw

Juwmaqlap aytqanda metall konstruciyalardı korroziyadan orǵawdiń eń nátiyjeli usılı issı cinklew bolıp, issı cinklew arqalı metall betinde joqarı sapalı qaplama jaratıw mümkin.

Buniń ushın cinklew procesinde talap etilgen barlıq shártler orınlaniwı yaǵníy qaǵlamaniń sapasına tásir etiwshi faktorlarǵa itibar qaratıw kerek.

Íccı cinklewde aldıńǵı nátiyjelerge erisip kiyatırǵan mámlekетlerdiń tájiriybelerin úyreniw kerek.

Íssı cinklewdiń basqa usıllargá qaraǵanda bir neshe abzallıqları bar ekenligin aniqladıq.

Íssı cinklew usılıniń abzallıqları: qaplamalı ónimniń korroziyaǵa joqarı shıdamlılıǵı; issı cinklewdiń basqa usıllargá salıstırǵanda arzanlıǵı; ámelge asırıw qolaylıǵı; qurılmalarǵa texnik xızmet kórsetiw qolaylıǵı; qaplamanıń joqarı elektr ótkizgishligi; joqarı ıssılıq ótkizgishligi; qaplama tiykarǵı metaldıń ıǵallıqtan mortlasıwınıń aldın aladı.

Hár qanday texnologik processte bolǵanı sıyaqlı issı cinklew usılında da ózine tán kemshilikler bar. Biraq bul kemshilikler saplastırsa bolatuǵın kemshilikler.

Íssı cinklew usılıniń kemshilikleri: issı cinklew ushın arnalǵan ónimniń sheklengen ólshemleri (vannanıń ólshemine baylanıslı); cinkli ónimdi kepserlewde hám keyin qayta islew qıyınhılıqlar; júdá názik qaplamar aliwdıń ilajı joqlıǵı; cinkti joqarı sarpię.

Íssı cinklew jolı menen barlıq türdegi polatlarda birdey qalınlıqtaǵı qaplama aliw mümkinshiliǵı joq ekenligi aniqlandı. Quramındaǵı uglerodtıń muǵdarda qarap qaplama payda etiwde parametrlерdiń ózgesheligi aniqlandı.

Paydalanylǵan ádebiyatlar

1. Азизбекян В. Г. Разработка процесса механического цинкования изделий из высокопрочных сталей: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 24.12.04 / Азизбекян Вячеслав Гургенович; Тольяттинский государственный университет. - Тольятти, 2004. – 24 с.
2. Белов Н. А. Диаграммы состояния тройных и четверных систем: учебное пособие для вузов. - М.: МИСИС, 2007. - 360 с. - ISBN 978-5-87623-174-1
3. Березовская В. В. Цинковые покрытия:структура, свойства, прогнозирование эксплуатационной надежности / В. В. Березовская, И. А. Чижов. - LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 136 с.
4. Бокштейн Б. С. Диффузия атомов и ионов в твердых телах / Б. С. Бокштейн, А. Б. Ярославцев. - М.: МИСИС, 2005. - 362 с.
5. Бондарева, О. С. Исследование влияния технологических параметров горячего цинкования на микроструктуру и толщину покрытия на крепежных изделиях / О. С. Бондарева, А. В. Федорова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2015. - Т.17, № 6 (2.). - С. 479-782
6. Бондарева, О. С. Исследование механизма влияния микродобавок алюминия и никеля в расплаве цинка на строение фаз цинкового покрытия на кремнийсодержащих сталях / О. С. Бондарева, А. А. Мельников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2013.- Т. 15, № 6(3). – С. 607-611
7. Бондарева, О. С. Исследование физико-механических и коррозионных свойств горячих цинковых покрытий на строительных профилях / О. С. Бондарева, И. В. Таразанов, К. Н. Петрова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. - Т. 17, № 6 (2). - С.488-492

8. Бондарева, О.С. Влияние температуры цинкового расплава на толщину и структуру покрытия при высокотемпературном горячем цинковании сталей с высоким содержанием кремния / О. С. Бондарева, А. А. Мельников // Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. - 2015. - № 1. - С. 66-70. - doi:10.17073/1997-308X-2015-1-66-70

9. Бочаров А. Я. Оптимальные режимы горячего цинкования изделий из конструкционных кремниесодержащих сталей / А. Я. Бочаров, В. Проскурин, И. Е. Митников // Сталь. - 1991.- № 12.- С. 54-56

10. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля / Д. Брандон, У. Каплан. - М.: Техносфера, 2004. - 384 с. - ISBN: 5-94836-018-0

11. Бузунов Е. Г. Методика прогнозирования качества покрытия оцинкованной проволоки / Е. Г. Бузунов, И. Ю. Мезин, С. В. Зотов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. - 2011. - №14(231). - С. 71-77.

12. Бузунов Е. Г. Методика прогнозирования качества покрытия при горячем цинковании проволоки на основе использования статистического анализа и фрактальной геометрии: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 22.12.10 / Бузунов Евгений Геннадьевич; ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова». - Магнитогорск, 2010. – 24 с.

13. Ввод специальных добавок в виде сплавов в состав ванны цинкования [Электронный ресурс]: XIV конференция по горячему цинкованию. Хротовице, 01.10.2008.-URL:

http://soprin.ru/pdf/Zn_bath_management_with_taylo1_RU.pdf (дата обращения: 02.06.2016)

14. Влияние добавок Ni, Cu на смачиваемость при горячем цинковании и на образование сплава в покрытии сталей, легированных Si, Mn // Новости черной металлургии за рубежом. – 2006.- № 6.- С.61-63

15. Волосюк В. Ф. Горячее или холодное цинкование? [Электронный ресурс]. – Минск, 2012. - 6 с. - URL:
http://www.corrozii.net/news/?news_id=6&ppage=2 (дата обращения: 24.03.2016)

16. Головко Н. А. Автоматизированное энергосберегающее нейроуправление температурным режимом агрегата непрерывного горячего цинкования: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 01.03.13 / Головко Никита Анатольевич; ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова». - Оренбург, 2013. – 24 с.

17. Горелик С. С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С. С. Горелик, Ю. А. Скаков, Л. Н. Росторгуев. - М: МИСИС, 1994-328с.

18. ГОСТ 19281-2014. Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. – Введ. 2015-01-01. - М.: Стандартинформ, 2015

19. ГОСТ 27772-88. Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. - Введ. 1989-01-01. - М.: Стандартинформ, 2006

20. ГОСТ 27890-88. Покрытия лакокрасочные защитные дезактивируемые. Метод определения адгезионной прочности нормальным отрывом. - Введ. 1990-01-01. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 11с.

21. ГОСТ 380 – 2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – Введ. 2008-07-01. - М.: Стандартинформ, 2009

22. ГОСТ 9.307 – 89. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля. - Введ. 1990-07-01. - М.: Издательство стандартов, 2010. - 27 с.

23. ГОСТ 9.308 – 85. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний. - Введ. 1987-01-01. - М.: Издательство стандартов, 1989. – 21 с.

24. ГОСТ 9450-76. Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников. - Введ. 1977-01-01.- М.: Издательство стандартов, 1976. – 35 с.
25. Григорьев Г. А. Термодинамика и кинетика смачивания и растекания: учебное пособие. – Москва: МИТХТ им. М. В. Ломоносова, 2008. – 76 с.
26. Гринберг Д. Л. Горячее цинкование кремнийсодержащей полосовой стали / Д. Л. Гринберг, И. Г. Дубовой, Т. А. Кузькина // Сталь. - 1983.- № 7.- С. 61-62
27. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа: справочное издание / О. А. Банных, П. Б. Будберг, С. П. Алисова [и др.]. - М.: Металлургия, 1986. - 440 с.
28. Диаграммы состояния двойных металлических систем: справочник в 3-х т. / Под общ. ред. Н. П. Лякишева. - М.: Машиностроение, 1997.
29. Диаграммы состояния двойных систем на основе железа: справ. изд. / О. Кубашевски; Пер. с англ. - М.: Металлургия, 1985.- 184 с.
30. Диаграммы состояния металлических систем, опубликованные.../ Всерос. ин-т науч. и техн. информ.; Под ред. Л. А. Петровой. - М.: ВИНТИ, 1959. - Вып. 2-4, 7, 10, 11, 18-20, 23, 25-30, 32
31. Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов: учеб. пособие. - М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. - 472 с.
32. Журавлёв Л. Г., Филатов В. И. Физические методы исследования металлов и сплавов: учебное пособие для студентов металлургических специальностей. - Челябинск: ЮУрГУ, 2004. – 157 с. - ISBN 5-696-02704-0
33. Заболеев-Зотов В. В. Современные способы исследования металлов: учебное пособие. - Волгоград, 2002. - 56 с.
34. Зайдель А. Н. Ошибки измерений физических величин. – С-Пб.: Лань, 2005. - 112 с. - ISBN 5-8114-0643-6

35. Зарубина Л. П. Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита. - М.: Инфра-Инженерия, 2015. – 224 с.- ISBN 978-5-9729-0087-9
36. Захаров А. М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем: учебное пособие для вузов. - М.: Металлургия, 1990. - 240 с.
37. Защита труб от коррозии с помощью жидкофазного цинкования / И. Е. Митников и [др.] // Сталь. - 1998.- № 10. - С. 59
38. Заявка 2788284 Франция, МПК 7 C 23 C 2/02, C 23 F 1/24. Способ предварительной химической обработки перед горячим цинкованием листов кремнистой стали / ElectroRecherche – FR. N 9900126; Заявл. 08.01.1999; Опубл. 13.07.2000. (Франция). - 8с.
39. Иванов А. С. Рентгенография металлов. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 77 с. - ISBN 978-5-398-01188-3
40. Игнатенко Т. Битва за качество: [обзор материалов 9-й международной конференции «Оцинкованный и окрашенный прокат: тенденции производства и потребления»] // Металлоснабжение и сбыт. - 2014. - № 4. - С. 40-48
41. Игнатенко Т. Ставка на качество // Металлоснабжение и сбыт. - 2014. - № 7-8. - С. 101-104
42. Ингибиование растворения стали в процессах горячего цинкования [Электронный ресурс] // НКП "ЦРЦ" («Некоммерческое партнерство «Центр по развитию Цинка») : Официальный сайт. - URL: <http://hot-zn.ru/> (Дата обращения 24.03.2016)
43. Иоскович О. И. Исследование фазовых переходов на границах зерен в сплавах Fe(Si)-Zn : автореферат дис. ... кандидата физико-математических наук: 01.04.07. - Москва, 1991. - 23 с. : ил.
44. Калмыкова Н. А. Разработка и исследование комбинированного процесса вибрационной механо-химико-термической обработки деталей (на примере образования цинковых покрытий): дисс....канд.

- техн. наук: защищена 29.11. 2005/ Калмыкова Наталья Анатольевна.
- Ростов-на-Дону, 2005. - 181с.
45. Каур И., Густ В. Диффузия по границам зерен и фаз. - М.: Машиностроение, 1991. - 448 с: ил. - ISBN 5-217-01296-X.
46. Колмаков А. Г., Терентьев В. Ф., Бакиров М. Б. Методы измерения твердости. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. - 150 с.
47. Криштал М. М. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ / М. М. Криштал, И. С. Ясников. – М.: Техносфера, 2009. - 208 с. - ISBN: 978-5-94836-200-7
48. Кульков С. Н., Буякова С. П. Современные методы структурного анализа в материаловедении: учебное пособие. - Томск, ТПУ, 2011. - 84 с.
49. Лавров В. В., Спирин Н. А. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. –Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. - 257 с.
50. Лахтин, Ю. М. Химико-термическая обработка металлов: учебн. пособие для вузов / Ю. М. Лахтин, Б. Н. Арзамасов. - М.: Металлургия, 1985. - 256 с.