

# КОНСТРУКЦИОН ПЎЛАТЛАРНИ НИТРИДЛАШ ВА СУВ БУҒИДА ОКСИДЛАШ ЖАРАЁНИДА ОКСИД ҚАТЛАМИНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ТАРКИБИНИ ЎРГАНИШ

Шерзод Алимардонович БЕРДИЕВ

катта ўқитувчи

Қарши муҳандислик-иқтисодиёт институти

Қарши, Ўзбекистон

[sherzod.021282@mail.ru](mailto:sherzod.021282@mail.ru)

## Аннотация

Мақолада газ муҳитида азотлаш жараёнида олинган сирт диффузияли нитрид-оксидли қопламаларнинг структуравий ва фазавий ўзгаришлари, феррит-перлит пўлатларнинг сув буғида оксидланиши ва ўзгаришларнинг коррозия хусусиятларига таъсири кўриб чиқилган.

**Таянч сўзлар:** феррит, перлит, азотланиш, оксидланиш, диффузион қоплама, нитрид қоплама, оксид қатлами, коррозияга чидамлилиқ.

# ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА ОКСИДНОГО СЛОЯ ПРИ НИТРО ОКСИДИРОВАНИИ В ПАРАХ ВОДЫ С ДОБАВКАМИ КОМПЛЕКСОНА

Шерзод Алимардонович БЕРДИЕВ

старший преподаватель

Каршинский инженерно-экономический институт

Қарши, Ўзбекистон

[sherzod.021282@mail.ru](mailto:sherzod.021282@mail.ru)

## Аннотация:

В статье исследуются структурные и фазовые изменения поверхностных диффузионных нитриднооксидных покрытий, полученных в процессе азотирования в газовой среде с последующим окислением в водяном паре ферритно-перлитных сталей, а также влияние фазовых изменений на коррозионные свойства.

**Ключевые слова:** феррит, перлит, азотирование, оксидирование, диффузионное покрытие, нитридный слой, коррозионная стойкость.

Культиватор ишчи органларининг мустаҳкамлиги, уларнинг ишончлилигини ошириш учун аммиак муҳитида азотлаш ва сув буғида оксидлаш натижасида коррозиябардошлилигини ошириш ва ейилишга чидамлилигини яхшилаш муҳим омил ҳисобланади.

Шу сабабли, машина ва ускуналарни ишлатиш амалиётида металл буюмларнинг ейилиши жуда кўп учрайди. Коррозия металл материалларни

емирилишининг асосий турларидан бири бўлиб, натижада ишлаб чиқарилган металлларни емирилишининг олтидан бир қисми бутун дунёга тўғри келади.

Тўғридан-тўғри йўқотишлар коррозияга учраган ва ейилган культиватор ишчи органлари қисмларини алмаштириш, иш ҳақини ҳисобга олган ҳолда нархи ошишига сабаб бўлади. Бундан ташқари, уларга зангламасликни ва ейилишни олдини олиш учун тузилмаларни қайта бўйлаш харажатлари ёки қимматбаҳо материаллардан фойдаланиш билан боғлиқ операцион харажатлар ҳам киради.

Темир ва унинг қотишмалари юзаси ўрганилаётганда эвтектоид " Fe – O " ( $570^{\circ}\text{C}$ ) дан юқори ҳароратларда  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ва  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  нинг уч қатламли тузилишига эга бўлган, металл юзасидан биринчи қатламда  $\text{FeO}$  (вюстит) устунлик қиладиган оксидли қатлам ҳосил бўлади, иккинчи қатламда  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (магнетит) ва учинчи қатламда  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (гематит) оксидлари ҳосил бўлади [1].

$\text{Fe} - \text{O}$  тизими учун эвтектоид ҳароратдан пастда, асосан,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  оксидларидан иборат оксидли қатлам ҳосил бўлади ва унинг устида юпқа  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  қатлами пайдо бўлади, унинг магнетит юзасида шаклланиши  $400^{\circ}\text{C}$  дан паст ҳароратда ва ҳавода совутиш пайтида унинг шаклланиш барқарорлиги билан изоҳланади.

Нитрид фазаларини олиш учун нитридлашнинг биринчи босқичида пўлатнинг нитрооксидланиши ва иккинчи босқичда нитрид қатламининг сув буғида кейинги оксидланишида нитрид қатламининг юзасида оксид қатламини олиш мумкин. Шу билан бирга, нитриднинг кам азотли вақтида унинг юзасида тўсик бўлиб хизмат қилувчи зич оксидли плёнка ҳосил бўлиши фақат сув буғида оксидланишида кислород потенциали сув буғининг кислород потенциалидан катта бўлганда амалга ошади [2].

Пўлат буюмларни сув буғида оксидланиш жараёни бўйича олиб борилган тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатадики,  $550^{\circ}\text{C}$  ҳароратда оксиэтилиден бифон кислотасининг сувли эритмаси қўшилгандан сўнг комплексоннинг термик парчаланиши содир бўлади, бунинг натижасида сув буғлари атмосферасининг кислород потенциали ортади ва пўлат юзасида зич

оксидли плёнка ҳосил бўлади. Шу билан бирга, плёнканинг таркиби амалда фақат магнетит кристалларидан иборат бўлиб, бунинг натижасида пўлатдаги зич оксидли плёнка деталларни коррозиядан ҳимоя қилиш учун кенг қўлланилади [3].

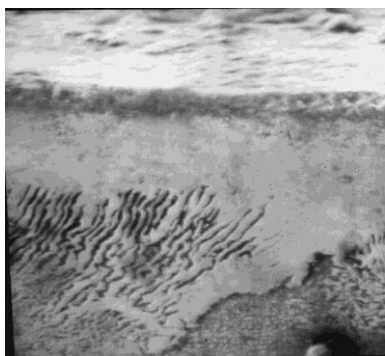
Нитрооксидланишнинг биринчи босқичида, яъни азотлаш жараёнини ўтказишда  $Fe - N$  тизими учун эвтектоид ҳароратдан ( $580^{\circ}C$ ) паст ҳарорат танланди ва иккинчи босқичда нитрид қатламининг оксидланиш жараёни сув буғида ва оксиэтилиден бифон кислотасининг 5% сувли эритмасида, " $Fe - O$ " тизими учун эвтектоиддан ( $550^{\circ}C$ ) паст ҳароратда амалга оширилди.

Бир қатор тажриба ва тадқиқотларни ўтказиш натижасида, нитридлаш технологиясидан фойдаланган ҳолда сув буғида оксидлаш ва диффузия нитрид оксиди қопламасида нитрид-оксид фазалари композицияларининг ҳосил бўлиш кинетикасини ўрганиш билан амалга оширилди.

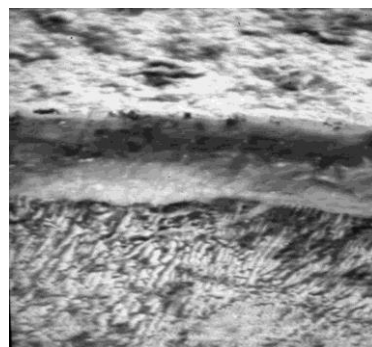
Оксиэтилиден бифон кислотасининг сувли эритмасида тўйинганликнинг технологик параметрлари жараёнларнинг биринчи босқичида ҳам, иккинчи босқичида ҳам бир хил бўлади.

1-расмда аммиак муҳитида 3 соат давомида  $580^{\circ}C$  ҳароратда нитридлаш натижасида олинган нитрид-оксидли қопламанинг микро тузилмалари кўрсатилган, сўнгра 1,0 соат давомида  $550^{\circ}C$  ҳароратда 5% оксиэтилиден бифон кислотаси сувли эритмаси буғларида оксидлаш жараёни амалга оширилди(1-расм,а) ва 2,5 соат давомида оксидлаш жараёни(1-расм, б). Бундай ҳолда, зич сирт оксиди зонаси бўлган композит қатлам ҳосил бўлади.

Оксиэтилиден бифон кислотасининг 5% ли сувли эритмасида оксидланиш жараёнида сиртда қалинлиги 1–3 мкм бўлган  $Fe_3O_4$  монооксид қатлами ҳосил бўлади ва унинг остида қалинлиги 25–30 мкм бўлган нитрид зонаси ҳосил бўлади (1-расм,а).



а)



б)

45 маркали пўлатни қайта ишлаш тартиби: Азотлаш:  $t_a = 580^\circ\text{C}$ ,  $\tau_a = 3$  соат; оксиэтилиден бифон кислотасининг 5% сувли эритмаси буғларида оксидлаш  $t_0 = 550^\circ\text{C}$  гача; а – оксидланиш давомийлиги  $\tau_0 = 1$  соат; б – оксидланиш давомийлиги  $\tau_0 = 2,5$  соат;

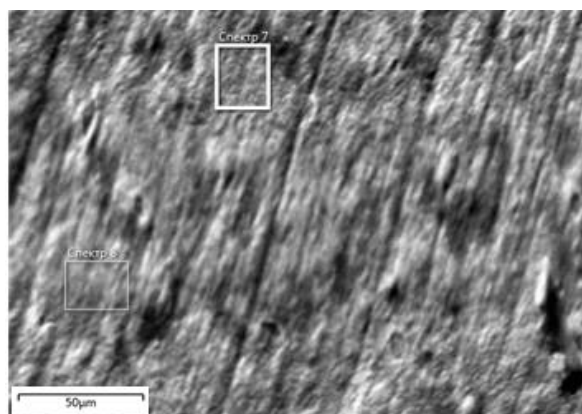
**1-расм. Композит диффузияли нитрид-оксид  
қопламасининг микроструктураси.**

Нитридлаш сўнгра оксиэтилиден бифон кислотаси қўшимчалари билан сув буғида оксидлашда сирт юзасида ҳосил бўлган оксид қатлами зич тузилишга эга бўлади (1-расм, а ва б).

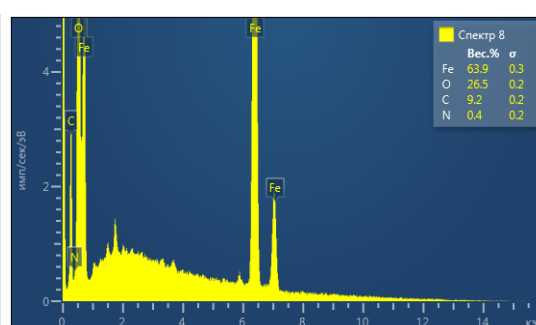
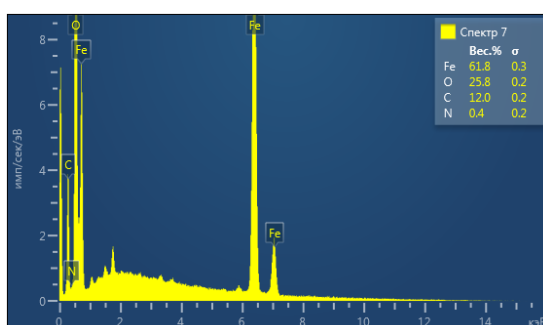
Оксиэтилиден бифон кислотасининг 5% ли сувли эритмаси буғларида нитридланиш ва кейинчалик оксидланиш йўли билан сирти қаттиқлашган нитрид-оксид қопламаси намуналарининг сирт морфологияси ўрганилди. Оксид қатлами юзасида элементлар концентрациясининг нисбатларини аниқлаш учун турли нуқталарда спектрограммалар олинди (2-расм, а).

Оксид қатлами юзасида кислород миқдори: "7-спектр"да - 25,8% (2, б-расм), "8-спектр"да - 26,5% (2-расм, в).

Бу шуни кўрсатадики, сиртда оксид  $Fe_3O_4$  дан иборат, чунки 23,5% дан юқори кислород концентрациясида фақат  $Fe_3O_4$  мавжуд.



а)



б)

в)

45 маркали пўлатни а – сиртморфологияси ва спектрларни олиш жойи; б - "Спектр 7" нуқтасидан спектрограмма; с – "Спектр 8" нуқтасидан спектрограмма.

### 2-расм. Диффузия нитрид-оксид қопламасининг сирт морфологияси ва спектрограммаси.

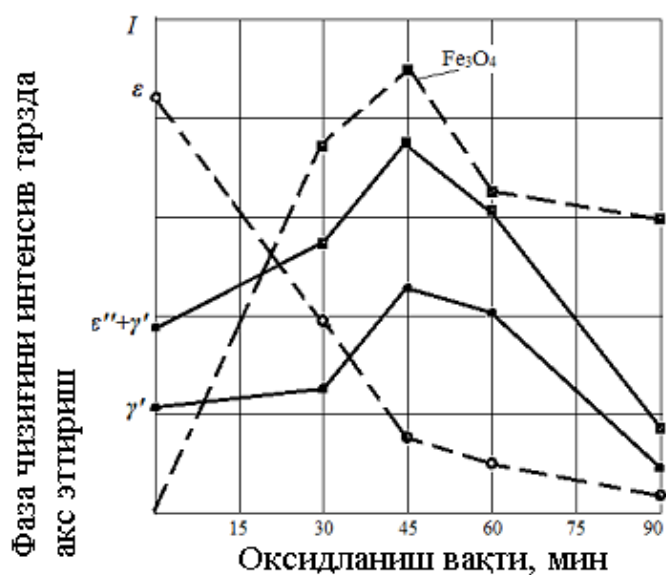
Оксидланиш давомийлигининг янада ортиши оксид қатлами қалинлигининг ошишига ва унинг диссоциацияси туфайли нитрид қатлами қалинлигининг пасайишига олиб келади. Тўсиқ оксиди қатламининг шаклланиши туфайли оксиэтилиден бифон кислотаси қўшимчалари билан сув буғида оксидланиш давомийлиги ошиши натижасида нитрид қатламининг қалинлиги ортади. Кам азотли нитрид қатламининг шаклланиши, айниқса феррит ва перлитнинг дон чегаралари бўйлаб ва кейинчалик диссоциацияси туфайли ортади (1-расм, б).

Умуман олганда, нитрланишнинг биринчи босқичида нитрооксидланиш жараёнида  $\epsilon$ -фаза,  $(\epsilon + \gamma')$ -фаза,  $\gamma'$ -фазадан иборат  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  монооксиддан иборат (2-расм) ва таркибига қараб нитрид қатлами ҳосил бўлади. Оксидланиш вақти, нитрид қатлами куйи нитридлар ҳосил

бўлиши билан диссоциацияга учрайди, тўйинган атмосферанинг кислородини ва пўлат матрицанинг углеродини ўзгартиради [4].

Умуман, нитратланишнинг биринчи босқичида нитрооксидланиш жараёнида  $\epsilon$ -фаза,  $(\epsilon + \gamma')$ -фаза,  $\gamma'$ -фазадан иборат нитрит қатлами ҳосил бўлади; ҳарорат  $550^{\circ}\text{C}$  да, сиртда деярли  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  монооксиддан иборат бўлган тўсиқ оксиди қатлами оксидланиш вақтига қараб ҳосил бўлади (2-расм), нитрид қатлами қуйи нитридлар ҳосил бўлиши билан диссоциацияга учрайди, кейинчалик оксиэтилиден бифон кислотасининг сувли эритмаси буғларида оксидланиш билан кислороднинг миқдорини ўзгартиради.

Ренген нурлари тузилиши нитридлашдан сўнг олинган нитрид ва нитрид-оксид қопламаларининг фазавий таркибини, сўнгра оксиэтилиден бифон кислотасининг 5% ли сувли эритмаси буғларида оксидланишни ўрганиш ва нитрид-оксид қопламаларида фаза нисбатларининг ўзгаришини ўрганиш учун ишлатилган (3-расм).



45 маркали пўлатни  $580^{\circ}\text{C}$  ҳароратда 3 соат давомида азотлаш ва  $550^{\circ}\text{C}$  ҳароратда оксидланиш.  $\text{FeK}_n$  нурланиши.

**3-расм. Оксидланишдавомийлигигақараб нитрид қатламининг  $\epsilon(101)$ ,  $\epsilon' + \gamma'$  (101),  $\gamma'(200)$  ва  $\text{Fe}_3\text{O}_4(110)$  чизиқлари интенсивлигининг ўзгариши.**

Сиртда тўсиқ оксидли плёнка ҳосил қилиш орқали нитрид қатламида азотнинг ўзаро тарқалишини таъминлаш мумкин, бу фазалар орасидаги азот концентрациясини ўзгартиришга имкон беради ва нитрид фазали композицияларнинг керакли таркиби ва тузилишига эришиш мумкин.

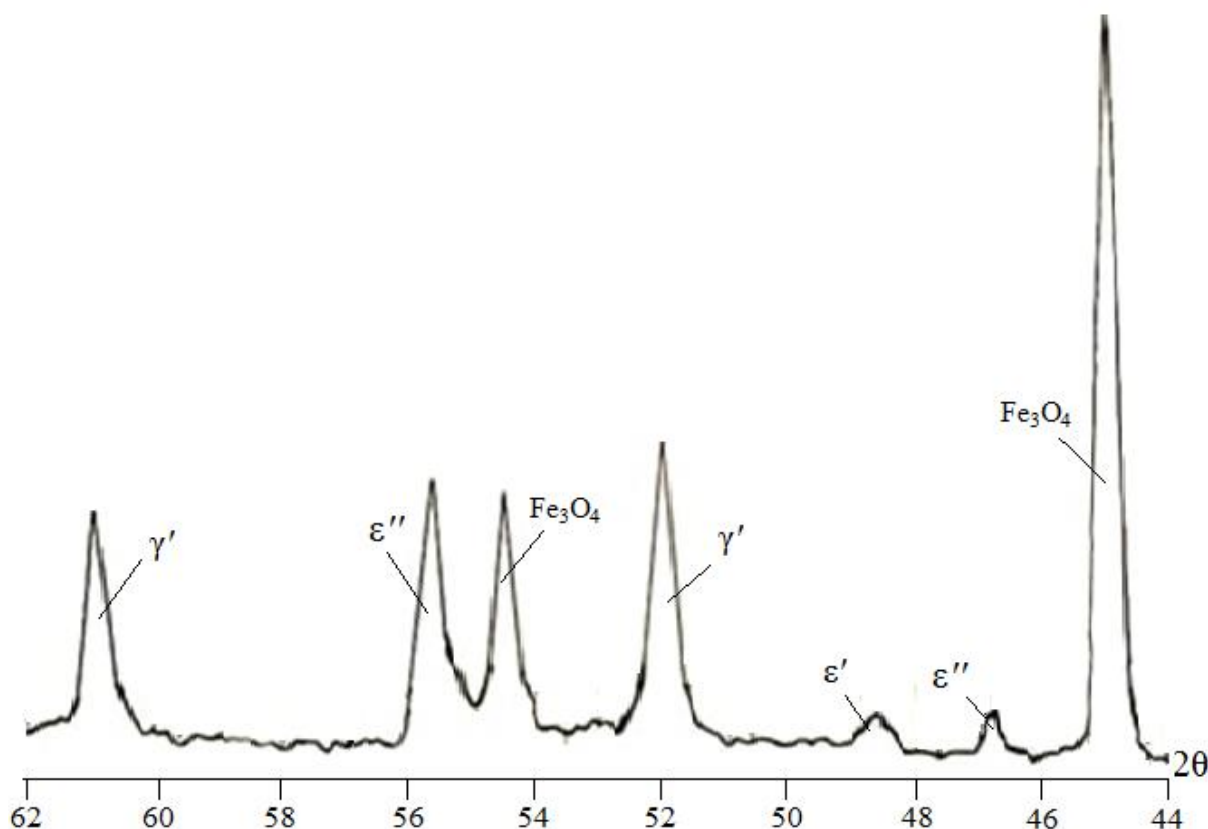
Адабиёт малуъмотларига кўра  $\varepsilon$  – фаза ( $Fe_xN$ ) бир хилликнинг кенг диапазони билан ажралиб туради ва азот концентрациясига қараб,  $\gamma'$  – фаза билан 2 дан 3,5 чегарада ўзгаради. Нитридланган қатламни изотермик ушлаб туриш жараёнида нитридларнинг диссоциацияси содир бўлади.

Нитрооксидланиш жараёнининг биринчи босқичида азотлашда азот потенциалига асосланган босқичма-босқич азотлаш жараёни алоҳида қизиқиш уйғотди. Нитрооксидланиш вақтида  $580^{\circ}\text{C}$  да азотланишнинг биринчи босқичида азот диссоциланиш даражасининг икки босқичли ўзгариш (азот потенциали) режими бўйича:  $\alpha = 30 - 45\%$  да 1 соат ва  $\alpha = 45 - 60\%$  2 соат давомида (умумий давомийлиги 3 соат) ва иккинчи босқичда  $550^{\circ}\text{C}$  ҳароратда 1 соат давомида оксидлангандан сўнг,  $\varepsilon$  -фаза,  $(\varepsilon + \gamma')$  –фаза,  $\gamma'$ -фаза, шунингдек,  $Fe_3O_4$  оксидининг сирт қатлами олинади. (4-расм).

Айрим нитрид фазалар мавжудлигининг кенг соҳаси азотланишнинг эвтектоид температурасига қадар тўйиниш температураси оралиғида ётади. Ишлов берилаётган маҳсулот юзасида аммиакнинг диссоциация даражаси ўзгариши билан юқори азотли  $\varepsilon$  -нитриди,  $\gamma'$ -нитриди ва ўта тўйинган ёки кам азотли  $\alpha$  -қаттиқ эритма ҳосил бўлишига эришиш мумкин. Айниқса, алоҳида фазалардан иборат барқарор нитридлар диссоциация даражасининг кенг диапазонларида  $560-580^{\circ}\text{C}$  температура оралиғида ҳосил бўлади.

Азот потенциалини тартибга солиш – аммиакни тўлиқ ёки қисман диссоцияланган аммиак, кислород, ҳаво, углеродли газлар ва бошқалар билан суюлтириш орқали амалга оширилади [5]. Атмосфера потенциалини ўзгартиришнинг энг оддий усули, бу печдаги аммиакнинг диссоцияланиш даражасини ўзгартириш ҳисобланади. Аммиакнинг диссоцияланиш даражаси кўплаб ўзгарувчиларнинг функцияси бўлганлиги сабабли, маълум бир печ

ёки қисмининг шакли ва тўйинганлик ҳарорати учун диссоциациянинг даражаси биринчи навбатда аммиак оқими тезлиги ва печга етказиб бериладиган аммиак миқдори билан белгиланади. Печдан ўтувчи аммиак оқими қанчалик кўп бўлса, яъни унинг сарфи қанча кўп бўлса, диссоциация ҳам шунча кам бўлади [6].



45 маркали пўлатни диссоцияланиш даражасининг икки босқичли ўзгаришида 580<sup>0</sup>С да азотлаш:  $\alpha=30-45\%$  да 1 соат ва  $\alpha = 45 - 60\%$  да 2 соат (умумий давомийлиги 3 соат) ва 550<sup>0</sup>Сда 1 соат оксидлаш. Идишда, сўнгра ёгда 400<sup>0</sup>Сгача совутиш. FeKa нурланиши.

#### 4-расм. Нитрид-оксид қопламаси сиртинингдифракцияси.

Бундай шароитларда аммиакнинг катта қисми пўлатни азот билан тўйинтириш жараёнида иштирок этмайди ва юритувчи газ ҳисобланади. Шунинг учун, ресурсларни тежаш, аммиак беришни тартибга солиш, аммиакнинг диссоцияланиш даражасининг маълум бир қийматни, яъни азот салоҳиятини ўрнатиш билан муҳим аҳамиятга эгадир.



Умуман олганда, нитрооксидлашда азотланишнинг биринчи босқичида олд-фазадан иборат нитрид қатлам ҳосил қилинади ва оксидланиш вақтига қараб, нитрид қатлам паст нитридлар ҳосил қилиб, диссоциацияга учрайди.

### **Фойдаланилган адабиётлар:**

1. Бердиев Ш.А. Культиватор ишчи органларини ейилишга чидамлилиги ва коррозияга бардошлилигини ўрганиш // *Agro ilm jurnali*, 2023. – №1. – Б. 85-87.
2. Бердиев Ш.А. Освоение разработанной технологии в процессе поверхностного упрочнения рабочих органов культиватора // *Agro ilm jurnali*, 2023. – №2. – Б.83-84.
3. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Азотирование стали. – Москва: Машиностроение, 1976. – 256 с.
4. Лахтин Ю.М., Коган Я.Д. Структура и прочность азотированных сплавов. – Москва: Металлургия, 1982. – 176 с.
5. Эшкабилов Х.К., Кольцов В.Е. Ларин М.Л. Повышение износостойкости конструкционных сталей камбинированным способом ХТО. Тезисы докл. научн.техн. конф. – Курск, 1992.
6. Коган Я.Д., Эшкабилов Х.К. Комбинированная технология получения нитрид-оксидных покрытий на конструкционных сталях. /Комплексные методы повышения надежности и долговечности деталей технологического оборудования. Тез.докл.науч.-техн.конф. – Пенза, 1992.