# ИХЧАМ (КОМПАКТ) МАТЕРИАЛЛАРДАН БОРЛАШ

**Шухрат Нуманович Файзиматов**
Фарғона политехника институти “Машинасозлик технологияси ва автоматлаштириш” кафедраси профессори, т.ф.д

**Сардорбек Маъруфович Юсупов**
Фарғона политехника институти “Машинасозлик технологияси ва автоматлаштириш” кафедраси мудири, PhD

**Темурбек Исожон ўғли Низомов**
Андижон машинасозлик институти, “Машинасозлик технологияси” кафедраси магистранти

## АННОТАЦИЯ

Паста ва суртмаларни қуритишдан сўнг олинадиган ихчам (компакт) материаллардан борлаш жараёнининг хусусиятлари кўриб чиқилган ва сифатли борланган қатламлар олиш учун улар ишининг самарали вақти аниқланган.

**Калит сўзлар:** борлаш, пасталар ва суртмалар, ихчам (компакт) материаллар, самарали вақт, тўйинтирувчи таркиблар

# BORONIZING FROM COMPACT MATERIALS

**Shukhrat Numanovich Fayzimatov**
Professor of the Department of "Mechanical Engineering Technology and Automation", Fergana Polytechnic Institute

**Sardorbek Marufovich Yusupov**
PhD, Head of the Department of "Mechanical Engineering Technology an Automation", Fergana Polytechnic Institute

**Temurbek Isojon ugli Nizamov**
Master Student of the Department "Mechanical Engineering Technology", Andizhan Institute of Mechanical Engineering

## ABSTRACT

The characteristics of the cracking process from compact materials obtained after drying of pastes and greases were considered, and the effective time of their work was determined in order to obtain high-quality cracked layers.

**Keywords:** exploration, pastes and greases, compact materials, effective time, saturating ingredients

## КИРИШ

Деталлар ва асбобларнинг ейилишга қаршилигини 2 баравар ва ундан кўп оширишни таъминловчи энг самарали кимёвий-термик ишлов бериш жараёнларидан бири борлаш ҳисобланади. Борланган қатламнинг тузилмасини ва муайян технологияни танлаш мустаҳкамланаётган деталнинг иш шароитлари, пўлатнинг маркаси ва унинг термик ишлови, ейилишнинг йўл қўйиладиган қиймати, детални тайёрлашнинг аниқлик класси, ишчи юзаларнинг белгиланган ғадир-будирлиги ва ишлаб чиқаришнинг сериявийлигига боғлиқ. Бир қатор ҳолларда йирик габаритли деталлар ёки якка ишлаб чиқарилувчи деталлар ва асбобларни маҳаллий мустаҳкамлаш зарурати туғилади. Бундай ҳолатларда пасталар ва суртмалардан борлаш технологияси мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

## АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Адабиётда [1, 2] келтирилган тасниф бўйича пасталар ва суртмалардан борлаш ихчам (компакт) материаллардан тўйинтириш жараёнига мансублаштирилган, зеро қуритишдан сўнг ва тўйинтириш ҳароратида ихчам (компакт) композицион материал мавжуд, ушбу материал массани кўчириш механизми ва жараён кинетикасини белгилаб беради. Мазкур ҳолатда жараён газли муҳитдан тўйинтиришнинг контактли усулига мансуб бўлади.

Қаттиқ, ихчам (компакт) материаллардан (суртмалар) тўйинтиришда борланган қатламлар тузилмасининг морфологияси қуйидаги омиллар билан белгиланади:

- ҳарорат -вақт параметрлари;
- технологик усуллар: қиздириш тури, ихчам (компакт) материал тури ва унинг қалинлиги, тўйинтирувчи суртмаларни суртиш усуллари;
- тўйинтирувчи элементнинг таркиби, тури ва агрегат ҳолати;
- бошланғич пасталар ва суртмаларнинг таркиби, уларнинг тури ва миқдори.

Жараён ҳароратини ўзгартириш тўйинтиришни диффузион ёки диффузион-кристаллашув механизми бўйича олиб бориш, бор массасини газ муҳити орқали кўчириш механизмини бор массасини контактли масса кўчириш механизмига ёки массани суюқ эритилган муҳитларга ўзгартириш ёки борланган қатламни шакллантиришнинг максимал тезлигини таъминлаш мақсадида уларни бирлаштириш вариантларини танлаш имконини беради.

Қатлам ўсишининг максимал тезлигини таъминловчи диффузион-кристаллашув механизми бўйича борланган қатламларнинг шаклланиш шароитлари ҳам юқори легирланган пўлатлар ва қотишмаларни қўллашда ишлов берилаётган юзаларда суюқ фазанинг ҳосил бўлиши ҳисобига, ҳам борланган қатламни қиздиришнинг юқори тезлиги ва унинг тез ўсиши ҳисобига юзага келади. Иккинчи ҳолатда қатламнинг ўсиши қатлам остида бор, углерод ва легирловчи элементларнинг тўпланиши, боридлар қатламининг ўсиши ҳисобига уларнинг юзадан сиқиб чиқарилиши билан кузатилади. Элементларнинг маълум концентрациясига эришилгандан сўнг бундай қотишманинг кўп компонентли ҳолат диаграммасига мувофиқ тўйинтириш ҳароратида эриш ҳароратига эришилади. Бу пировардида қатлам ости айрим зоналарининг эришига олиб келади.

Ишда ихчам (компакт) материал ишлаши давомийлигининг борланган қатламлар қалинлиги ва хоссаларига таъсири тадқиқ этилди. Шу нарса аниқландики, тўйинтиришда ихчам (компакт) материал самарали ишлашининг давомийлиги чекланган, қатлам ҳосил бўлиш жараёнининг ўзи эса нотурғун шароитларда кечади, шу сабабли танланган аралашмаларнинг тўйинтирувчи қобилиятлари ўзгарувчан қийматининг вақт бўйича ҳисоби талаб этилади. Тўйинтирувчи композит самарали ишлаши назоратининг технологик усуллари қиздириш турининг танлови, ихчам (компакт) материалнинг қалинлиги ва тўйинтирувчи, энергия ажратувчи ва ҳимояловчи хоссаларни ўз ичига олувчи кўп қаватли суртмалардан фойдаланиш билан боғлиқ.

## НАТИЖАЛАР

Тўйинтирувчи ихчам (компакт) материалнинг таркиби бор таркибининг бошланғич ҳолати (эркин ёки бирикмалар кўринишида), тўйинтирувчи атомлар ҳосил бўлиш механизми ва боридларнинг легирланиш даражасини белгилаб беради. Ишда қўлланилган тўйинтирувчи таркиблар қисқа муддат ва узоқ муддат таъсир этувчи таркибларга бўлинади. Биринчиси борланган қатламлар шаклланишининг юқори тезлигини таъминлайди ва майда деталларни тоблаш учун қиздириш билан мустаҳкамлашга мўлжалланган. Иккинчиси қатламлар ўсишининг қуйи тезлигини таъминлайди ва йирик габаритли деталлар ва асбобларни тоблаш учун қиздириш ва термик ишлов беришнинг бошқа операциялари учун мўлжалланган.

Бор манбаси сифатида аморф бор, бор карбиди, борни унинг оксидларидан ажратиб ёки биргаликда тиклашнинг металлотермик аралашмаларидан фойдаланилди. Ишлов бериш учун қиздириш печда хлорли тузларнинг

суюқланмасида, энергия ажратувчи аралашмалар ва контактли электр қиздирувдан фойдаланган ҳолда амалга оширилди.

Борланган қатламлар ўсиши тезлигини ошириш, янада юқори эксплуатацион тавсифларга эга бўлиш, пластик бир фазали қатламлар ($Fe_2B$) ёки ихчам (компакт) материаллардан борлашда композицион тузилмаларнинг шаклланишини таъминлаш бўйича тавсияномалар умум қабул қилинган тавсияларга мос келади [1 - 4]:

- қатламни ишлов берилаётган материал ёки тўйинтирувчи муҳитдан микролегирлаш;
- қатламдаги мўрт, юқори борли фаза FeB нинг миқдорини камайтириш;
- юзага дастлабки ишлов бериш;
-энг мақбул ҳарорат ва вақт шароитлари;
- ҳарорат, электр ва технологик параметрлар бўйича поғонали режимни амалга ошириш;
- энергиянинг концентрланган манбаларини қўллаш;
- боридли қатламнинг унинг танланган пўлат маркаси учун йўл қўйиладиган қалинлигини белгилаш;
- тўйинтиришдан кейинги совутиш тезлиги;
- олинадиган боридли қатламларга қўшимча ишлов бериш;
- якуний термик ва механик ишлов бериш билан.

Боридлар қатламидаги зўриқишларни камайтириш белгиланган технологик тадбирларни қўллашдан ташқари қуйидаги йўллар билан ҳам таъминланиши мумкин:

- қатламни узилган боридли игналар билан ҳосил қилиш;
- боридли фазаларнинг энг мақбул нисбатини таъминлаш;
- боридлар қатлами текстуралашуви даражасини тартибга солиш;
-яхлит қатлам қалинлиги ва боридлар игналилигини тартибга солиш (қатлам қалинлиги ва боридлар игналарининг ўткирлашув даражаси).

$B_4C$ асосидаги тўйинтирувчи таркиблар қўлланилди (массаси бўйича %): 20-85% $B_4C$; 30-50% ($Na_3AlF_6$, ёки NaF, ёки $AlF_3$); 8-22% ($Na_2B_4O_7$ ёки $B_2O_3$ ёки $H_3BO_3$); 2-10% ($NH_4F$ ёки $KBF_4$ ёки $NaBF_4$); 5-40% ($Al_2O_3$ ёки бентонит ёки маршалит). Боғловчи материаллар сифатида гидролизланган этил силикат, сульфит-спиртли дурда, БФ2 елимининг ацетондаги эритмасидан фойдаланилди.

## МУҲОКАМА

Ихчам (компакт) материалларнинг самарали ишлаш вақти белгиланган фазали таркибдаги сифатли борланган қатламлар ва сифатли мустаҳкамланувчи

юзаларни олишни таъминлайди. Ушбу вақтнинг ошириб юборилиши боридлар қатлами ўсишининг тўлиқ тўхташига ва унинг қалинлигининг камайишига олиб келади, ушбу омил эса борсизлантириш ва деталлар юзаларининг оксидланишининг кечиши билан боғлиқ. Борсизлантириш қатламнинг борланган юзасида соф темирнинг ҳосил бўлиши билан кечади, бу темир эса осон оксидланади ва тўйинтирувчи аралашманинг тузли компонентлари (NaF, $Na_3AlF_6$, $Na_2B_4O_7$ в.б.) томонидан емирилади.

Шунингдек, суртиладиган суртма қалинлиги ихчам (компакт) материалнинг технологик тавсифи ва тўйинтирувчи қобилиятига таъсир этади. Уни ишлов берилаётган юзада тутиб туриш учун зарур тўйинтирувчи композитнинг мустаҳкам каркаси қийин эрувчи компонентлар билан ҳосил қилинади. Печда қиздиришда композит юзасида шишасимон қобиқ ҳосил бўлади, бу қобиқ композит хажмидан газли тўйинтирувчи муҳитнинг эркин тарзда чиқиб кетишига тўсқинлик қилади. Айни вақтда тўйинтирувчи композитнинг хаддан ташқари қалинлиги қиздириш тезлигини камайтиради, суртиш, қуритиш ва ишлов бериш технологик жараёнини чўзиб юборади. Композитнинг энг мақбул қалинлиги 6-10 мм дир. Ишлов беришда тўйинтирувчи суртма суртилган деталларни контейнерларда жойлаштирганда ёки суртманинг ажраб кетишига тўсқинлик қилувчи махсус мосламаларда махкамлаганда ушбу муаммо ҳал этилади.

**1 – Жадвал**. Печдаги қиздиришда ихчам (компакт) материаллар ишлашининг самарали вақти

| № | Суртма таркиби, масса бўйича % | Қатламнинг фазали таркиби | Ихчам (компакт) материаллар ишлашининг самарали вақти (соат), ҳароратларда $^0$C. | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 800 | 1000 |
| 1 | 50% $B_4C$ + 50% NaF | FeB, $Fe_2B$ | 2 | 0,5 |
| 2 | 37,5% $B_4C$ + 37,5% NaF + 25% $Al_2O_3$ | - " - | 8 | 6 |
| 3 | 25% $B_4C$ + 25% NaF + 50% $Al_2O_3$ | - " - | 16 | 8 |
| 4 | 65% $B_4C$ + 35% $Na_3AlF_6$ | - " - | 6 | 4 |
| 5 | 40% $B_4C$ + 60% $Na_2B_4O_7$ (контактли қиздириш) | $Fe_2B$ ($t \leq 1000^0$C) FeB ($t \geq 1050^0$C) | 10<br>10 | 3<br>3 |
| 6 | 84% $B_4C$ + 16% $Na_2B_4O_7$ | FeB, $Fe_2B$ | 16 | 10 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | 50% $B_4C$ + 3% NaF + 2% $NaBF_4$ + 43% $Al_2O_3$ | - " - | 18 | 12 |
| 8 | 60% $Na_2B_4O$ + 40% Каси (силикокальций) | - " - | 3 | 1 |
| 9 | 60% $Na_2B_4O$ + 40% Mg | $Fe_2B$ | 1 | 0,5 |
| 10 | 20% $B_4C$ + 48% $B_2O_3$ + 32% Mg | - " - | 6 | 2 |
| 11 | 97% B + 2% Al + 1% $MgF_2$ | FeB, $Fe_2B$ | 10 | 6 |

Ихчам (компакт) материал қалинлиги 4-6 ммга тенг бўлганда мустаҳкамланувчи юзаларни қиздиришнинг тезлиги қуйидаги ўртача қийматларга эга бўлади:

- қаршилик қилувчи электр печида – 15-17 $^0$C/c;

- худди шундай, қўшимча энергия ажратувчи паста суртилган печкада–25-28 $^0$C/c;

- тузли хлор - барийли ваннада – 30 $^0$C/c.

45 ва У8 маркали пўлатлардан тайёрланган ва 50% $B_4C$ и 50% NaF [5], асосидаги суртма суртилган намуналарни борлашда $1000^0$ С гача қиздирилган қаршилик қилувчи электр печкада боридлар зонаси ва қатлам остининг гетероген зонасидан иборат бўлган қатлам ҳосил қилинди. 10 дақиқа давомида ушлаб туришда боридлар зонаси қалинлиги 0,10-0,12 мм, қатлам остининг қалинлиги эса – 0,2 мм ни ташкил этди. Бунда суртманинг қалинлиги 2 мм ни ташкил этди. Қатлам ҳосил бўлишининг юқори тезлиги қатлам остида суюқ кристалл ҳолатнинг пайдо бўлиши билан боғлиқ. Суртманинг бундан юқори қалинлигида, секин қиздириш натижасида углеродли пўлатларда кўриб чиқилган шароитларда ушбу натижа намоён бўлмайди. Ушбу натижа шунингдек, газли тўйинтирувчи муҳитнинг эритмага эркин тарзда чиқиши ва ихчам (компакт) материалнинг ўзининг эриш ҳисобига муттасил равишда қалинлиги камайишининг натижасида эритилган тузларни қиздиришда хам намоён бўлмайди. Борланган қатламнинг олинган тузилиши боридлар қатламидан (1800 HV) қаттиқликларнинг остқўйма материалга (тоблашдан сўнг 650 HV), охиста тушишини таъминлайди, бу эса қолдиқ зўриқишларнинг янада мақбул тақсимланишини юзага келтиради ва қатлам пластиклигини оширади.

Тўйинтирувчи ихчам (компакт) материалларнинг янада узоқ ишлашини таъминлаш учун уларнинг таркибига қийин эрувчи оксидлар $Al_2O_3$, CaO, MgO ва бошқалар киритилди, булар эса композитнинг мустаҳкам каркасини яратди ёки қўшимча ҳимоя суртмалар суртилди. (2-жадвал).

2 – жадвал. Ҳимояловчи ва энергия ажратувчи суртмаларнинг таркиблари.

| № | Суртма таркиби, масса бўйича % | Боғловчи материал | Йўл қўйилган ҳарорат, $^0$C |
|---|---|---|---|
| 1 | 65-99% маршалит + 1-15% ўтга чидамли тупроқ | $AlCl_3$ нинг 35% сувли эритмаси билан ишлов бериш, қуритиш | 1100 |
| 2 | 70% $SiO_2$ + 30% $B_2O_3$ | Гидролизланган этил силикат | - " - |
| 3 | 100% маршалит | Суюқ шиша, декстринли елим | - " - |
| 4 | 70% маршалит + 30% $B_2O_3$ | Суюқ шиша, гидролизланган этил силикат | 1000 |
| 5 | 22% Al(кукун) + 58% темир тўпони + 10% $SiO_2$ + 10% натрийли селитра | Суюқ шиша | 1100 |

Ихчам (компакт) энергия ажратувчи суртма (5) СВС тизимининг иссиқли ўз-ўзидан ўт олиш режимида ишлайди. Бир қатор ҳолларда биз тўйинтиришни ва СВС жараёнининг кечишини таъминловчи тўйинтирувчи ва энергия ажратувчи суртмаларнинг бирлашувидан фойдаландик.

Борлаш учун ихчам (компакт) тўйинтирувчи материалдан қисқа муддатли фойдаланишда (ТВЧни қиздириш, электр контактли, лазер) ишлов берилаётган юзага бир қават паста ёки суртма суртилди. Тоблаш учун қиздириш билан қўшилган узоқ муддатли қиздиришда паста таркибига $Fe_2O_3$, $B_2O_3$, металл – абразивли аралашма, темир тўпони, темир кукуни, ферромарганец, кремний оксиди, кремний карбиди ва бошқалар қўшилди.

Моддалардан бирининг миқдори 10-50% ни ташкил этди. Келтириб ўтилган қўшимчалар ихчам (компакт) материал таркибида юқори ҳароратда ушлаб туришда унинг янада юқори мустаҳкамлигини таъминлайди, борланган қатламнинг шаклланишида иштирок этади ва детални оксидланишдан ҳимоя қилади. Ҳосил қилинадиган борид қатламининг қалинлиги 0,05-0,1 мм ни ташкил этди ва тўйинтириш давомийлиги ва ҳароратга боғлиқ бўлди. Суртма таркибига > 30% темир оксидлари, ферромарганец, силикомарганец ёки кремний оксиди киритилганда темирда ва пўлатларда пластик, бир фазали боридли қатламлар ҳосил бўлади ($Fe_2B$). Ихчам (компакт) материалнинг узоқ муддат ишлаши шунингдек, унинг юзасига ҳимоя суртмаси, масалан маршалит, криолит ва боғловчи асосидаги суртмалар суртиш йўли билан хам таъминланди.

Тўйинтирувчи ихчам (компакт) материал олиш учун шунингдек, миқдори 6-90% атрофида бўлган аморф бордан ҳам фойдаланилди. Газли тўйинтирувчи атмосферани ҳосил қилувчи фаоллаштирувчи қўшимчалар сифатида натрий фторид (5-50%), техник углерод (15-40%), буру (10-45%), натрий хлорид (1-10%) ва триэтаноламиндан (3-5%) фойдаланилди. Барча ҳолларда икки фазали боридли қатламлар ҳосил бўлди. Ишлов берилаётган юзани эритмасдан ва бор миқдори минимал бўлган (<15%) борлаш ҳолатида ихчам (компакт) материал таркибида, пўлатда бир фазали боридли тузлар ҳосил бўлади.

Металлотермик аралашмаларда бор $B_2O_3$ ёки $Na_2B_4O_7$ лардан алюминий, кремний, кальций, магний ва бошқалар билан қайта тикланади. Суртмалар таркибларида қўшимча равишда $Al_2O_3$, NaF, $KBF_4$, FeO ва бошқалар мавжуд бўлди, бу эса узоқ муддатли ушлаб туришларда уларнинг бир маромда ишлашини таъминлади. Тўйинтириш қўшма ёки алоҳида вариантларда амалга оширилди. Ушбу муҳитларда қоидага кўра пластик, бир фазали боридли қатламлар ҳосил бўлади.

## REFERENCES

1. Крукович М.Г. Разработка теоретических и прикладных аспектов управления структурой и свойствами борированных слоёв и их использование при производстве транспортной техники. //Дисс….докт. техн. наук. – М.: 1995. -416 с.
2. Крукович, М.Г. Пластичность борированных слоев М.Г. Крукович, Б.А. Прусаков, И.Г. Сизов. – М.: Физматлит, 2010. - 384 с.
3. Борисенок Г.В. Химико-термическая обработка металлов и сплавов: справочник Г.В. Борисенок, Л.А. Васильев, Л.Г. Ворошнин, Н.С. Горбунов, Г.Н. Дубинин, Г.Л. Жунковский, М.Г. Крукович и др. – М.: Металлургия, 1981. – 424 с.
4. Прогрессивный метод борирования инструмента и технологической оснастки с использованием паст: экспресс-информация. Серия: Металлообработка [Текст]/ Л.С. Ляхович Л.С., М.Г. Крукович, Ю.В. Туров. – Мн.: БелНИИНТИ, 1977. – 23 с.
5. Состав для борирования Л.С. Ляхович Л.С., Л.Н. Косачевский, М.Г. Крукович, Ю.В. Туров. А. св. № 404903 С23С.- Опубл. в Б.И. 1973, № 44.