ЗАНГЛАМАС ПЎЛАТЛАРДАН ҚУЙМА УСУЛИДА ДЕТАЛЛАРНИНГ ЕЙИЛИШБАРДОШЛИГИНИ ОШИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ

[1]Ф.Н. Баракаев, [2]Н.Д. Тураходжаев

[1]Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети (Ўзбекистон),
[2]Тошкент давлат техника университети (Ўзбекистон)

Калит сўзлар. *Зангламас пўлат, экспозициялар, тахлил усуллари, хром, механик хоссалар, структура, микроскоплар, хром кукуни.*

Аннотация. *Саноат миқёсида зангламас пўлатларт ишлаб чиқаришда қуйма усулида деталларнинг ейилишбардошлилигини ошириш, машинасозлик деталлари ишчи юзаларининг ейилишбардошлигини ошириш технологияси, зангламас пўлатларнинг ейилишбардошлиги тахлил қилиш усуллари, хромланган юза қатлам қалинлиги қандай меъёрларда бўлиши зарурлиги бўйича маълумотлар берилган.*

Ишлаб чиқариш шароитида зангламас пўлатлардан таркибига суюқлантириш печига ёки ковш ичига ўртача 36-38% хром қўшилиши талаб этилгани сабабли шу корхона шароитидан келиб чиқиб, зангламас пўлатга қўшиладиган хромни печнинг ичига эмас, балки ковшга ёки суюқ металл бевосита қуйма деталини ҳосил қилиш учун қуйиладиган кокил ичига 1-15% миқдори оралиғида амалга оширилди. Керакли механик хоссаларни ҳосил қилиш учун қотишмага турли ишлов бериш усуллари қўлланилди. Жумладан, зангламас пўлат таркибидаги хром миқдорининг деталнинг хажм бўйича нисбий ейилишига эришишда 1 % дан 5 % гача миқдорда хром кукуни кокилга иссиқбардош бўёқ таркибида киритилди.

Зангламас пўлатдан олинадиган машинасозлик деталлари ишчи юзаларининг ейилишбардошлигини ошириш технологияси жорий қилинди ва детал ишчи юзасининг ейилишбардошлигини таъминлаган ҳолда хром элементининг сарф этилиш миқдори 20-22% га қисқартирилди. Бунда қум-гилли қолип ички юзасига сепиладиган иссиқбардош бўёқ таркибига 9-11% хром қўшилиши олинаётган қуйма маҳсулотнинг ишчи юзасидаги ейилишбардошликни 30-35% хромли Зангламас пўлатларданнинг ейилишбардошлиги билан бир хил даражага эришилди. Намуналар қуйидагича таҳлил қилинди:

1. Электрон резистли подложкани тайёрлаш ишлари амалга оширилди. Бу босқичда электрон резистнинг тури ва маркаси танланиб, намоён бўлиш ва фиксация жараёнининг параметрлари аниқланди. Подложка керакли материалдан танланган. Подложкага таниш усуллардан бири (қуйиш)

ISSN 3030-3907

ёрдамида электрон резист қўлланилди. Бундан олдин подложкага резист қатлами ва подложкани боғловчи (ёки травитель билан подложкани ҳўллашни ёмонлаштирувчи) ишлов берилди. Бунинг учун сиртни оддий тозалаш учун ёғсизлантиришдан фойдаланилди.

2.Намунани камерага юклаш ва уни жойлаштириш ишлари қуйидагича амалга оширилди: электрон резистор билан қопланган тайёр подложка электрон микроскоп камерасига жойлаштирилди, ундан кейин вакуум ҳосил қилиш учун хонадан ҳаво чиқариб ташланди. Керакли вакуум даражасига эришилганда намуна жойлаштирилди намунанинг бошланғич нуқтаси ва бурилиш бурчаги ўрнатилди.

3. Керакли структуранинг топологиясини тайёрлаш қуйидагича амалга оширилди.

Керакли структуранинг тасвири Quantum дастурий муҳитида шаклланган. Ёзиш майдони ўлчамини (Write Field) ва иншоот топологиясига мос иш масофасини(Work Distance) танланди.

4. Экспозиция параметрларини танлаш. Намуна бўйича ўлчанган токдан тўртта типик структура элементлари (майдон, чизиқ, эгри чизиқ, нуқта) учун экспозиция параметрлари (доза ва вақт) аниқланди.

5.Электрон резист қатламида электрон нурни оптималлаштириш. Оптималлаштириш бир неча босқичда амалга оширилди: намуна сиртини фокуслаш, апертурани созлаш, астигматизмни коррекция қилиш, контаминацион нуқталар яратилди (нур диаметрини ўлчаш учун).

6. Экспозициялар ўтказиш қуйидагича амалга оширилди.

Препроцессор ёрдамида экспозициялар кетма-кетлиги яратилди. Ҳаракатлар траекторияси ишлаб чиқилди, алоҳида таъсир майдонлари аниқланди ва бириктирилди.

7. Намуналарни экпозициядан кейин қайта ишланди. Намуналар камерадан чиқарилди, электрон резист ва фиксаж қатлами ишлаб чиқилди. Ушбу босқичда ишлаб чиқарилган структуранинг рельефи шаклланади.

8. Олинган структуранинг хусусиятларини ўрганиш қуйидагича амалга оширилди:

EBO MA10 сканерловчи электрон микроскопларнинг ишлаш принципи электрон нурнинг объект юзаси билан ўзаро таъсирига асосланган. Электрон нур буюм сиртининг майдонини узлуксиз кўздан кечиради, унинг тасвири микроскоп ёрдамида ҳосил қилинади. Бу ҳолда буюм сиртидаги ҳар бир нуқта, микроскопларнинг кўриш соҳаси чегараларида ҳосил бўлган тасвир бўйича тегишли нуқта кўрсатилади.

Электрон нур объект юзаси билан ўзаро таъсирлашганда, бир вақтнинг

ISSN 3030-3907

ўзида бир нечта жавоб сигналлари пайдо бўлди. Ҳозирда қайси детектори ёқилганлигига қараб, микроскоплар муайян тасвирни ҳосил қилди. Микроскоплар геометрик масофаларнинг горизонтал текисликдаги проекциясининг узунлигини, яъни объектнинг текис ва горизонтал йўналтирилган сиртидаги тегишли нуқталар орасидаги масофани ўлчайди.

Микроскоплар электрон микроскопик тасвирларни олиш имконини берувчи учта детектор билан жиҳозланган: иккита иккиламчи електрон детектор, микроскоп устунининг иш ҳажми ичида геометрик жойлашуви билан бир-биридан фарқ қилади, шунингдек акс эттирилган электрон детектор. Микроскоплар иккита ёрдамчи инфрақизил телевизион камералар билан жиҳозланган бўлиб, улар реал вақтда ва тахминан 1,5 марта катталашиб, гониометрик препарат ушлагичи билан объектнинг ҳаракатлари ва бурилишларини кузатиш имконини беради. Микроскопларнинг модификацияларини маркалашда қуйидаги белгилашлар қўлланилади:

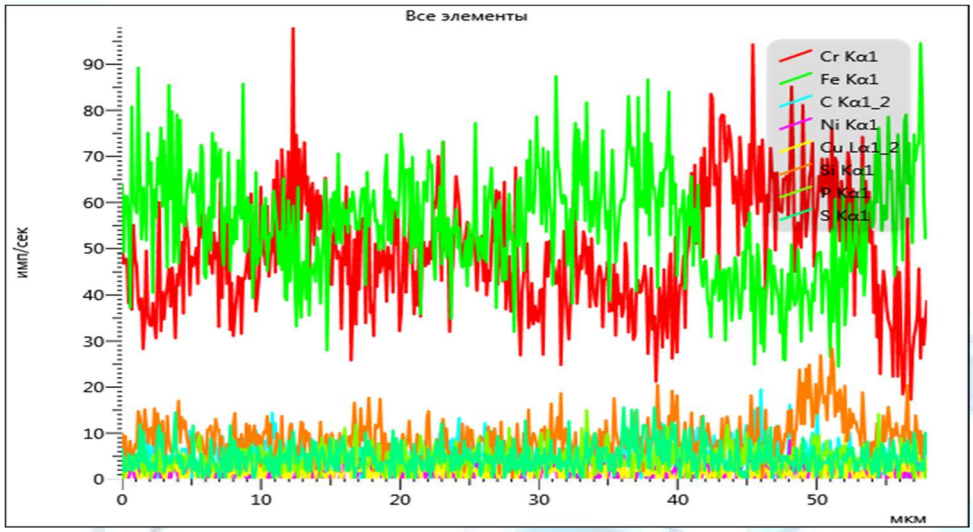
- MA – босимни 400 Па гача ўзгартира оладиган микроскоплар;
- LS - босимни 3000 Па гача ўзгартира оладиган микроскоплар;
- 10, 15 ва 25 – ишчи камера ва стол ўлчамлари размери;
- HD – юқори аниқлик микроскоплар.

Микроскоп ўлчаш натижалари жараёни учун ишлатиладиган автоном дастурга эга. ДТСИ ва ўлчанган маълумотларга кириш пароль билан чеклаш орқали етарлича ҳимояланган.

Фазали идентификацияни аниқлаш учун Empyrean дифрактометри билан идентификация қилиш усули танланди. Ушбу техникадан фойдаланганда синов намунаси сканерлаш ёки узатиш электрон микроскопининг вакуум камерасига жойлаштирилди ва юқори энергияли электронларнинг йўналтирилган нурлари билан нурлантирилди. Электрон нур намунанинг юзаки қисмида бир неча микрондан кам чуқурликда ўзаро таъсир ўтказади. Ўзаро таъсир зонасининг ҳажми ҳам тезлаштирувчи кучланиш, ҳам намуна материалининг зичлигига боғлиқ ва катта нишон учун ўндан бир улушдан ўн куб микронгача бўлган ораликда бўлади.

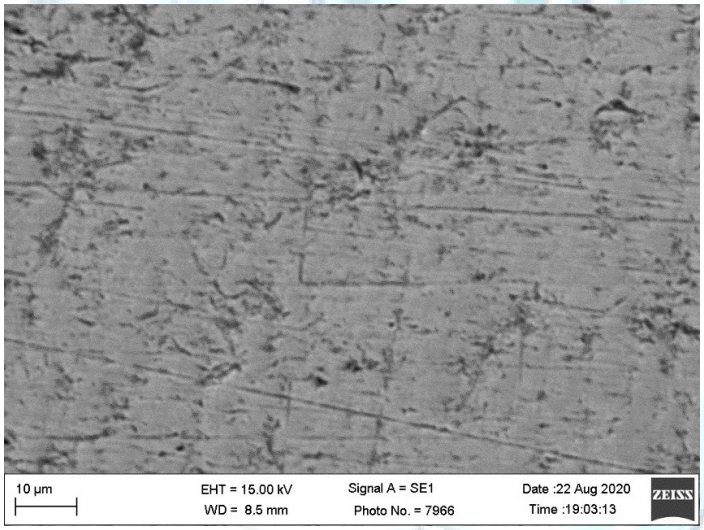
Рентген нурларининг генерацияси электронлар ва намуна ўртасидаги ноэластик таъсир натижасидир. Рентген нурлари иккита асосий жараён натижасида пайдо бўлди: характеристик нурланиш эмиссияси ва фон ёки тормоз нурланишининг эмиссияси [103]. Юқори энергияли электрон атом билан ўзаро таъсир қилди, у ички электрон қобиғининг электронларидан бирини уриб чиқарди. Натижада атом қобиқда бўшашиб ионлашган ёки қўзғалган ҳолатга ўтди. Олинган структура 1- расмда келтирилган.

ISSN 3030-3907



1-расм. Зангламас пўлатларни бир марталик қолипга қуйишдан олдин қолип ички юзасига 9-11% хром қўшилган иссиқбардош бўёқ билан ишлов берилганда олинган детал ишчи юзаси.

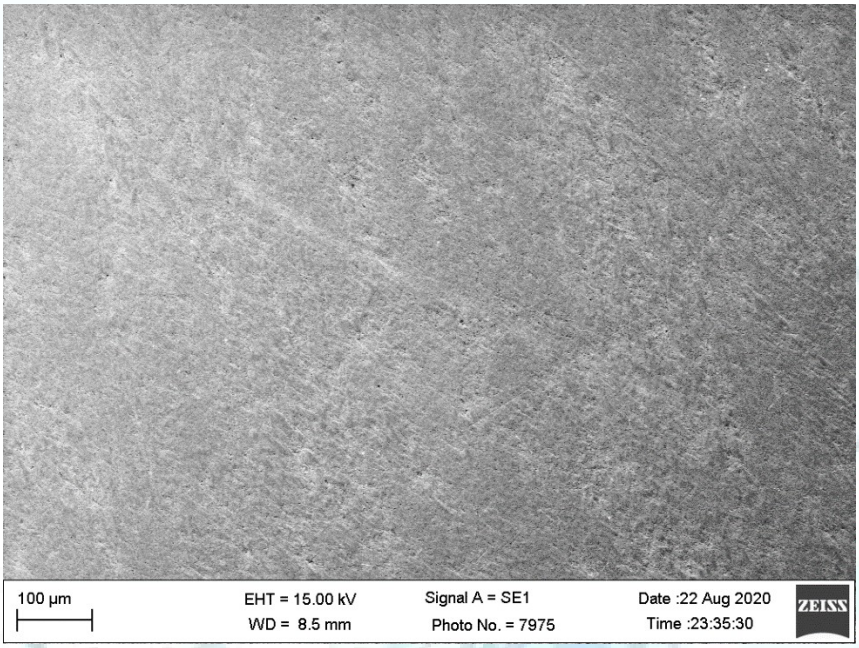
Олинган структуранинг оптимал миқдордаги хром миқдори 4 % хром қўшилган зангламас пўлатнинг структураси 2- расмда келтирилган.



2-расм. Ковш ичида таркибида 4 % хром қўшилган Зангламас пўлатлардан структураси.

Шу билан бирга, иссиқбардош бўёқ билан кокил ишчи юзасига 6-7 % ли хром киритилганидаги структура таҳлилига кўра худди ковшда киритилаётган хром миқдори каби хромга нисбатан маълум “тўйиниш” юзага келди. 3-расмда келтирилган структуранинг таҳлили иссиқбардош бўёқ таркибига кукун шаклда киритилган хромнинг самарали эканини кўриш мумкин.

ISSN 3030-3907



3-расм. Кокилга таркибида 7 % хром қўшилган Зангламас пўлатлардан структураси.

Кокил юзасига хром кукуни киритилган иссиқбардош бўёқ билан ишлов бериш жараёнининг математик моделини тузиш. Хромланган юза қатлам қалинлигининг хром миқдорига боғлиқ ҳолда ўзгариши математик моделини ишлаб чиқиш учун экспериментал тадқиқотлар натижасида олинган миқдорий кўрсатгичлардан фойладаланимиз. Кутилаётган натижани чиқиш параметри қилиб белгилаб оламиз, яъни биз учун керакли бўлган кўрсатгичлар асосида кириш параметрларида керак бўладиган қийматларни киритамиз. Бу кўрсатгичларни қуйидагича белгилаймиз:

1. Қуйманинг ишчи юзасидаги ейилишбардошлик.
2. Қуйманинг ишчи юзасидаги қаттиқлик.
3. Қуйма деталининг хизмат муддати.

Шу билан бирга чиқиш параметрларини белгилаб оламиз, булар қуйидагилар:

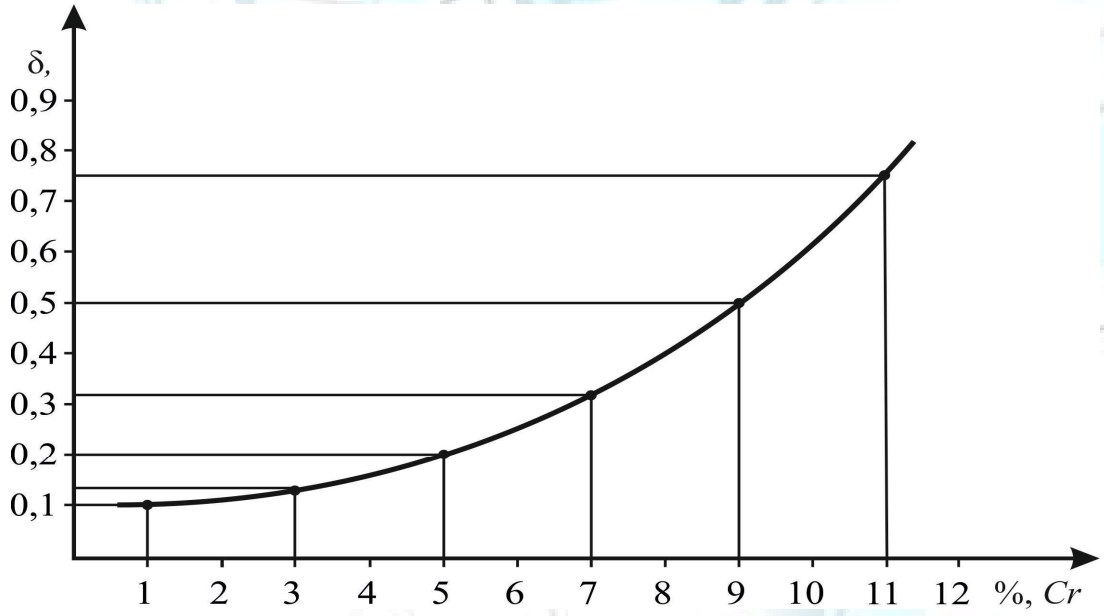
1. Зангламас пўлатлар таркибига киритиладиган хром миқдори.
2. Зангламас пўлатлар таркибига хромни киритиш режимлари.
3. Зангламас пўлатлар таркибига киритиладиган хромнинг дисперслиги.

Ушбу параметрлар асосий параметр ҳисобланиб, олиниши керак бўлган натижаларнинг ҳарактерига кўра уларнинг сони эхтиёрий равишда ўзгартириш мумкин. Биринчи маълумот 12 та экспериментал тадқиқотқилиб хром миқдорининг ейилишбардошликка таъсирини ўрганиш асосида ишлаб чиқилган графикдан фойдаланамиз. Бунда хром миқдориниг1% дан 12 % гача бўлган оралиқда қадами бирга тенг қилиб беш хил усулда хромни зангламас

ISSN 3030-3907

пўлат таркибига киритиш технологияси учун ишлаб чиқамиз. Шунда амалда ҳар 12 та тадқиқотни беш-етти мартадан бешта турли режим учун ўтказиш керак. Шунда ўтказилиши керак бўлган экспериментал тадқиқотлар сони 300-350 тани ташкил қилади. Математик моделдан фойдаланиб, олинган дастлабки натижаларнинг қиймат кўрсатгичларидан фойдаланамиз.

Тажрибадан аниқланган маълумотлар (4-расм) асосида хромланган юза қатлам қалинлигининг хром миқдорига боғлиқ ҳолда ортиб бориши графикда тасвирланган. Ушбу маълумотлар асосида хром миқдорининг ортиши билан хромланган юза қатлам қалинлиги ўзгаришини математик моделлаштириш масаласини яъни математик функционал боғланишни аниқлаш ёрдамида тажриба натижаларини аналитик нуқтаи назардан аниқлаб, кейинги тажрибаларни ўтказмасдан математик баҳолашни кўриб чиқамиз. Ушбу масала ҳам тажриба натижасида олинган сонли кўрсаткичлардан аналитик ифодаларга, яъни бир ўлчовли боғланиш функциясини аниқлаш масаласига келтирилади.



4-расм. Таркибидаги хром миқдорининг ейилишга нисбатан ўзгаришнинг таҳлили асосида ишлаб чиқилган графиги.

4-расмда келтирилган графикдаги тажриба маълумотлари асосида қуйидагиларни келтириш мумкин:

$$\alpha_i = 2i - 1,\ (i = 1..6 \in N), [\%];$$
$$\delta_1 = 0,1мм,\ \delta_2 = 0,14мм,\ \delta_3 = 0,2мм,\ \delta_4 = 0,32мм,\ \delta_5 = 0,5мм,\ \delta_6 = 0,75мм \quad (1)$$

Ушбу қийматларга мос алгебраик тенгламалар системасининг вектор формаси қуйидаги кўринишни эгаллайди:

ISSN 3030-3907

$$\begin{bmatrix} 1 & \alpha_1 & \alpha_1^2 & \alpha_1^3 & \alpha_1^4 & \alpha_1^5 \\ 1 & \alpha_2 & \alpha_2^2 & \alpha_2^3 & \alpha_2^4 & \alpha_2^5 \\ 1 & \alpha_3 & \alpha_3^2 & \alpha_3^3 & \alpha_3^4 & \alpha_3^5 \\ 1 & \alpha_4 & \alpha_4^2 & \alpha_4^3 & \alpha_4^4 & \alpha_4^5 \\ 1 & \alpha_5 & \alpha_5^2 & \alpha_5^3 & \alpha_5^4 & \alpha_5^5 \\ 1 & \alpha_6 & \alpha_6^2 & \alpha_6^3 & \alpha_6^4 & \alpha_6^5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Ушбу системани ошкор кўринишда ёзсак, қуйидаги системага эга бўламиз:

$$\begin{cases} a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 = 0,1 \\ a_1 + 3a_2 + 3^2 a_3 + 3^3 a_4 + 3^4 a_5 + 3^5 a_6 = 0,14 \\ a_1 + 5a_2 + 5^2 a_3 + 5^3 a_4 + 5^4 a_5 + 5^5 a_6 = 0,2 \\ a_1 + 7a_2 + 7^2 a_3 + 7^3 a_4 + 7^4 a_5 + 7^5 a_6 = 0,32 \\ a_1 + 9a_2 + 9^2 a_3 + 9^3 a_4 + 9^4 a_5 + 9^5 a_6 = 0,5 \\ a_1 + 11a_2 + 11^2 a_3 + 11^3 a_4 + 11^4 a_5 + 11^5 a_6 = 0,75 \end{cases} \quad (3)$$

Ушбу бир жинсли бўлмаган алгебраик тенгламалар системасини тескари матрица усулида *Maple 13* дастурий пакети ёрдамида ечсак, тенгламанинг ушбу илдизларига эга бўламиз:

$$a_1 = 0,0517578125,\ a_2 = 0,0694921875,\ a_3 = -0,026328125,$$
$$a_4 = 0.005494791667,\ a_5 = -0,0004296875,\ a_6 = 0,000013021 \quad (4)$$

Хром миқдорининг ортиши билан хромланган юза қатлам қалинлиги ўзгаришини ҳарактерлайдиган функция қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\delta(\alpha) = 0,000013021\alpha^5 - 0,0004296875\alpha^4 + 0.005494791667\alpha^3 - 0,026328125\alpha^2 + 0,0694921875\alpha + 0,0517578125 \quad (5)$$

Ушбу (5) ифода ёрдамида хром миқдори α(%) нинг ортиши билан хромланган юза қатлам қалинлиги δ(мм) ни ўзгаришини бир қийматли аниқлаш имконига эга бўламиз.

(5) функциянинг аниқлик даражасини етарлича катталигини кўрсатиш мақсадида ҳисоблашларни ***Maple 13*** дастуридан фойдаланган ҳолда келтирамиз:

```
> restart;
> solve({a[1]+a[2]+a[3]+a[4]+a[5]+a[6]=0.1,
a[1]+3*a[2]+9*a[3]+27*a[4]+81*a[5]+243*a[6]=0.14,a[1]+5*a[2]+25*a[3]+125*
a[4]+625*a[5]+5^5*a[6]=0.2,a[1]+7*a[2]+49*a[3]+7^3*a[4]+7^4*a[5]+7^5*a[6]
=0.32,a[1]+9*a[2]+81*a[3]+729*a[4]+9^4*a[5]+9^5*a[6]=0.5,a[1]+11*a[2]+11^2
*a[3]+11^3*a[4]+11^4*a[5]+11^5*a[6]=0.75},[a[1],a[2],a[3],a[4],a[5],a[6]]);
```


ISSN 3030-3907

$$[[a_1 = 0.05175781250,\ a_2 = 0.06949218750,\ a_3 = -0.02632812500,\ a_4 = 0.005494791667,\ a_5 = -0.0004296875000,\ a_6 = 0.00001302083333]]$$

```
> delta:=0.00001302083333*alpha^5-0.4296875000e-
3*alpha^4+0.005494791667*alpha^3-0.2632812500e-
1*alpha^2+0.06949218750*alpha+0.5175781250e-1;
```

$$\delta := 0.00001302083333\,\alpha^5 - 0.0004296875000\,\alpha^4 + 0.005494791667\,\alpha^3 - 0.02632812500\,\alpha^2 + 0.06949218750\,\alpha + 0.05175781250$$

```
> eval(delta,alpha=1);
```

0.1000000000

```
> eval(delta,alpha=2);
```

0.1229296875

```
> eval(delta,alpha=3);
```

0.1400000000

```
> eval(delta,alpha=4);
```

0.1634765625

```
> eval(delta,alpha=5);
```

0.2000000001

```
> eval(delta,alpha=6);
```

0.2521484375

```
> eval(delta,alpha=7);
```

0.3200000000

```
> eval(delta,alpha=8);
```

0.4026953135

```
> eval(delta,alpha=9);
```

0.4999999990

```
> eval(delta,alpha=10);
```

0.6138671875

```
> eval(delta,alpha=11);
```

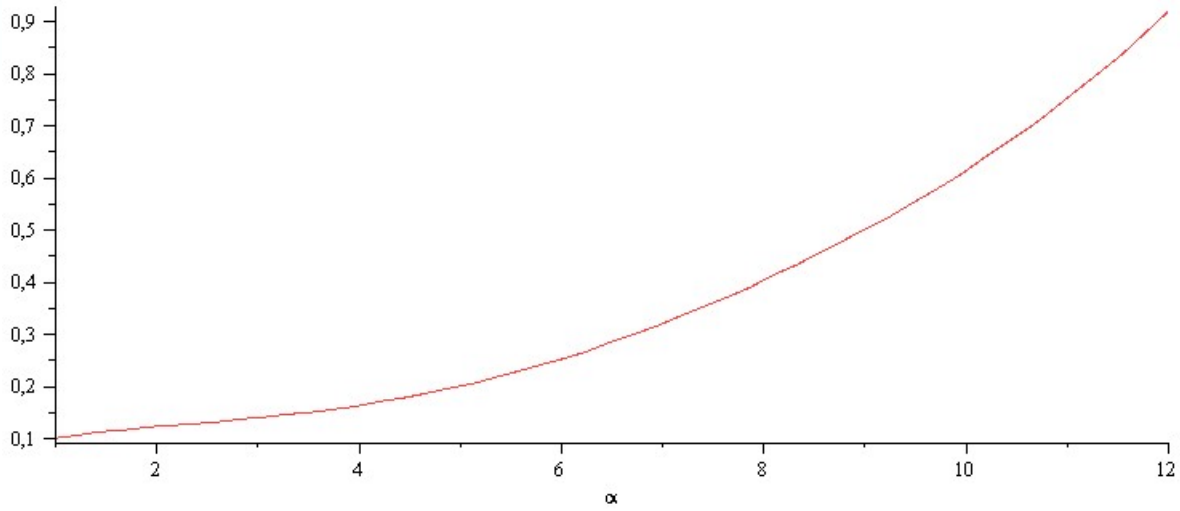
0.7500000000

```
> eval(delta,alpha=12);
```

0.9194140625

```
> plot(delta,alpha=1..12);
```


ISSN 3030-3907



5-расм. Моделлаштириш асосида хром миқдори α (%) нинг ортиши билан хромланган юза қатлам қалинлиги δ (мм) нинг ўзгариши графиги

Келтирилган ***Maple 13*** дастури ёрдамида олинган сонли кўрсаткичлардан айтиш мумкинки, ҳисоблашлар 10^{-10} аниқлигида бажарилган.

Таъкидлаш лозимки, ҳосил қилинган (5) ифода ёрдамида хром миқдори α (%) нинг ортиши билан хромланган юза қатлам қалинлиги δ (мм) ни ўзгаришини бир қийматли аниқлаш билан биргаликда ушбу функция дастлабки тажриба натижаларига асосланган ҳолда, кейинги натижаларни тажриба ўтказмасдан аниқлаш имконини беради. Масалан, eval(delta,alpha=8);

0.4026953135

eval(delta,alpha=10);

0.6138671875

хром миқдори 8 % га етганда хромланган юза қатлам қалинлиги δ (мм) ни 0,4027 мм га етганинин, шунингдек, хром миқдори 10 % га етганда хромланган юза қатлам қалинлиги δ (мм) ни 0,6139 мм га етганини кўриш мумкин.

Ишлаб чиқариш шароитида турли хажм ва ҳароратга мос равишда иссиқбардош бўёқни қўллаш учун жараённинг математик модели ишлаб чиқилди. Математик моделни тузишда Лагранжнинг интерполяцион кўп ҳадини тузиб чиқамиз. Яъни масала алгебраик тенгламалар системасига келтирилиб, номаълум коэффициентларни аниқлаш билан самарадорлик функциясини кўпҳад шаклида ифодалаш билан кечади.

$$\begin{bmatrix} 1 & x_0 & x_0^2 & \dots & x_0^n \\ 1 & x_1 & x_1^2 & \dots & x_1^n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & x_n^2 & \dots & x_n^n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_0 \\ y_1 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

ISSN 3030-3907

тенгламада n=3 бўлиб, вектор тенглама

$$\begin{bmatrix} 1 & T_1 & T_1^2 \\ 1 & T_2 & T_2^2 \\ 1 & T_3 & T_3^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix} \quad (7)$$

бўлиб, бунда $n=3,\ T_1=1000,\ T_2=1100,\ T_3=1200;$ $\lambda_1=32,6,\ \lambda_2=35,8,\ \lambda_3=38,5.$ эканидан (1) алгебраик тенгламалар системаси қуйидагича бўлади:

$$\begin{cases} a_1+1000a_2+1000^2a_3=32,6 \\ a_1+1100a_2+1100^2a_3=35,8. \\ a_1+1200a_2+1200^2a_3=38,5 \end{cases} \quad (8)$$

Бу системани ечсак, $a_1=-26,9,\ a_2=0,0845,\ a_3=-0,000025$ бўлиб, қуйилаётган қотишма ҳароратига кўра бўёқ таркибидаги хром миқдорини ва унинг кукуни дисперслигини ҳарактерлайдиган функция қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\lambda(T)=-26,9+0,0845T-0,000025T^2. \quad (9)$$

(4) функция 100 гр иссиқбардош бўёқ таркибидаги хромнинг миқдори 9-11 гр бўлганда бўёқ ҳароратининг ортиши билан бўёқдаги хром кукунининг қотишма таркибига сингиш самарадорлигини тўлиқ аниқлаб беради. Худди шунингдек, бўёқ таркибидаги хромнинг миқдори 12-16 гр бўлганда, алгебраик тенгламалар системаси

$$\begin{cases} a_1+1000a_2+1000^2a_3=33,6 \\ a_1+1100a_2+1100^2a_3=36,4 \\ a_1+1200a_2+1200^2a_3=40,6 \end{cases} \quad (10)$$

бўлиб, ушбу системани ечсак, $a_1=82,6,\ a_2=-0,119,\ a_3=0,00007$ бўлиб, қуйилаётган қотишма ҳароратига кўра бўёқ таркибидаги хром миқдорини ва унинг кукуни дисперслигини ҳарактерлайдиган функция қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\lambda(T)=82,6-0,119T+0,00007T^2. \quad (11)$$

Кейинги параметрни хромни зангламас пўлат таркибига киритиш режимига нисбатан оламиз:

$$\alpha_i=2i-1,\ (i=1..6\in N),[\%];$$
$$\delta_1=0,1мм,\ \delta_2=0,14мм,\ \delta_3=0,2мм,\ \delta_4=0,32мм,\ \delta_5=0,5мм,\ \delta_6=0,75мм \quad (12)$$

Ушбу қийматларга мос алгебраик тенгламалар системасининг вектор формаси қуйидаги кўринишни эгаллайди:

ISSN 3030-3907

$$\begin{bmatrix} 1 & \alpha_1 & \alpha_1^2 & \alpha_1^3 & \alpha_1^4 & \alpha_1^5 \\ 1 & \alpha_2 & \alpha_2^2 & \alpha_2^3 & \alpha_2^4 & \alpha_2^5 \\ 1 & \alpha_3 & \alpha_3^2 & \alpha_3^3 & \alpha_3^4 & \alpha_3^5 \\ 1 & \alpha_4 & \alpha_4^2 & \alpha_4^3 & \alpha_4^4 & \alpha_4^5 \\ 1 & \alpha_5 & \alpha_5^2 & \alpha_5^3 & \alpha_5^4 & \alpha_5^5 \\ 1 & \alpha_6 & \alpha_6^2 & \alpha_6^3 & \alpha_6^4 & \alpha_6^5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \\ a_5 \\ a_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Бундай системани ечишда уни ёйиш асосида қуйидаги системага эга бўламиз:

$$\begin{cases} a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 = 0,1 \\ a_1 + 3a_2 + 3^2 a_3 + 3^3 a_4 + 3^4 a_5 + 3^5 a_6 = 0,14 \\ a_1 + 5a_2 + 5^2 a_3 + 5^3 a_4 + 5^4 a_5 + 5^5 a_6 = 0,2 \\ a_1 + 7a_2 + 7^2 a_3 + 7^3 a_4 + 7^4 a_5 + 7^5 a_6 = 0,32 \\ a_1 + 9a_2 + 9^2 a_3 + 9^3 a_4 + 9^4 a_5 + 9^5 a_6 = 0,5 \\ a_1 + 11a_2 + 11^2 a_3 + 11^3 a_4 + 11^4 a_5 + 11^5 a_6 = 0,75 \end{cases} . \quad (14)$$

Ушбу бир жинсли бўлмаган алгебраик тенгламалар системасини тескари матрица усулида *Maple 13* дастурий пакети ёрдамида ечсак, тенгламанинг ушбу илдизларига эга бўламиз:

$$a_1 = 0,0517578125,\ a_2 = 0,0694921875,\ a_3 = -0,026328125,$$
$$a_4 = 0.005494791667,\ a_5 = -0,0004296875,\ a_6 = 0,000013021 \quad (15)$$

Хром миқдорининг ортиши билан хромланган юза қатлам қалинлиги ўзгаришини ҳарактерлайдиган функция қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\delta(\alpha) = 0,000013021\alpha^5 - 0,0004296875\alpha^4 + 0.005494791667\alpha^3 - 0,026328125\alpha^2 + 0,0694921875\alpha + 0,0517578125 . \quad (16)$$

Ушбу (16) ифода ёрдамида хром миқдори α(%) ни зангламас пўлат таркибига киритиш режими билан хромланган юза қатлам қалинлиги δ(мм) ни ўзгаришини аниқлашимиз мумкин.

ХУЛОСАЛАР

1. “Насос таъмирлаш” МЧЖ ишлаб чиқариш корхонасига зангламас пўлатларнинг ейлишбардошлигини ошириш учун қўшилаётган хром миқдорини камайтиришни таъминлайдиган технология жорий қилинди.

2. Зангламас пўлатлар таркибига хромнинг киритилишида иқтисодий самарани таъминлайдиган режим ишлаб чиқилди.

3. Зангламас пўлатларни хром билан ишлов беришнинг хром кукунининг дисперслигига боғлиқ ҳолдаги математик модели ишлаб чиқилди.

ISSN 3030-3907

4. Зангламас пўлатларнинг ейилишбардошлигини оширишни таъминлайдиган кокилга куйишга қарши бўёқнинг таркиби ва уни кокилга қўллаш технологиясини таъминлайдиган оптимал параметрларни аниқлаш учун жараённинг математик модели ишлаб чиқилди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Исследование структуры и свойств жароизносостойких чугунов / Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Миронов О.А., Воронков Б.В. // Труды VII съезда литейщиков. Т.1. Новосибирск, 2005. С. 105-106.
2. Ри Х. Комплексно-легированные чугуны специального назначения / Х. Ри, Э. Х. Ри. Владивосток. Дальнаука, 2000.-287 с.
3. Цыпин И. И. Белые износостойкие чугуны эволюция и перспективы / И. И. Цыгшн // Литейное производство, 2000. - №9. - С. 15-16.
4. Молочков П. А. Влияние легирующих элементов на свойства белых износостойких чугунов. / П. А. Молочков, С. В. Арисов, В. М. Сидоренко //Литейные процессы. Вып. 2 .: Межрегион, сб. науч. тр.- Магнитогорск; МГТУ, 2002.
5. Скобло Т.С. Влияние карбидной фазы на свойства центробежнолитых k валков с рабочим слоем из высокохромистого чугуна / Т. С. Скобло, Е. Г. Попова и др. // Литейное производство. 2001. -№8. -С. 7.
6. Косилов А. А. Термообработка высокохромистого чугуна / А. А. Косилов, А. А. Круглое, В. Н. Ребонен // Литейное производство. 2001. — №6. — С. 1314.
7. Ри Х. Коррозионная стойкость и жаростойкость легированных белых чугунов / Х. Ри, Э. Х. Ри, В. А. Тейх и др. // Литейное производство. 2000. №3.1. С. 13-14.
8. Боголюбский С. Д. Коррозионная стойкость сталей для изготовления ножей. / С. Д. Боголюбский, В. В. Гук, А. П. Шлямнев // Металловедение и термическая обработка металлов. 2001 -№7. С. 10-12.
9. Комаров О. С. Термостойкость высокохромистых чугунов / О. С. Кома-, ров, В. М. Садовский и др. //МиТОМ. 2002. -№1. С.29-31.
10. Шубина М. В. Повышение свойств чугунных мелющих шаров и кокилей для их литья. : автореферат дисс . канд. техн. наук / М. В. Шубина. Магнитогорск, 2002. - 24 с.
11. Belikov, S ., Volchok I ., Netrebko V . Manganese influence on chromium distribution in high-chromium cast iron // Archives of Metallurgy and Materials. 2013. Vol. 58 . N 3. P. 895–897.

ISSN 3030-3907