IQRO JURNALI , IQRO JOURNAL, ИКРО ЖУРНАЛИ
ISSN:2181-4341| wordlyknowledge.uz/index.php/iqro
Volume 24. Issue 01. Oktabr, 2026

ЭЛЕКТРОД ТАРКИБИДАГИ АЛЮМИНИЙ МИҚДОРИНИНГ ЭЛЕКТРШЛАКЛИ ҚАЙТА ЭРИТИЛГАН 45 МАРКАЛИ ПЎЛАТДАГИ КИСЛОРОД МИҚДОРИГА ВА ҚУЙМА СИФАТИГА ТАЪСИРИ

Эгамшукуров Жалолиддин Мурод ўғли
илмий тадқиқотчи
Чоршанбиев Шухрат Махматмуродович
т.ф.д., доц.
Ислом Каримов номидаги Тошкент
давлат техника университети
https://doi.org/10.5281/zenodo.23329093

Аннотация. Ушбу мақолада электршлакли қайта эритиш усули юқори сифатли пўлат олишнинг самарали усулларидан бири бўлиб, металлдаги кислород ва нометалл қўшимчалар миқдори қуйма сифатини ва деталларнинг хизмат муддатини белгилайди. Электрод таркибидаги алюминий миқдори ва кристаллизатор диаметрининг 45 маркали пўлатдаги кислород миқдорига таъсирини аниқлашдан иборат. Диаметри 100, 200, 300 ва 400 мм бўлган кристаллизаторларда электрод таркибига 4, 8, 12 ва 16 % алюминий киритилиб, олинган қуймаларда кислород миқдори ўлчанди. Натижада эса алюминий миқдори ортиши билан кислород миқдори барча диаметрларда камайди; 400 мм кристаллизаторда 4 % дан 16 % гача алюминий қўшилганда кислород миқдори тахминан 0,035 % дан 0,0021 % гача, яъни қарийб 94 % га пасайди, 100 мм да эса бу кўрсаткич тахминан 46 % ни ташкил этди.

Калит сўзлар: Электршлакли қайта эритиш, 45 маркали пўлат, алюминий, кислород миқдори, кристаллизатор диаметри, нометалл қўшимчалар, фоиз.

Кириш. Ҳозирги замон машинасозлиги мамлакатимизда ишлаб чиқарилаётган металларнинг асосий истеъмолчиси ҳисобланади. Станоксозликда, автомобиль ва авиация саноатида, электроника ва радиотехникада металлардан жуда кўп машина ва прибор деталлари тайёрланади. Машинасозликда валлар, тишли ғилдираклар ва бошқа масъулиятли деталлар юқори мустаҳкамлик, ейилишга чидамлилик ва узоқ хизмат муддатини талаб қилади. Ўзбекистонда «Олмалиқ КМК» АЖ Марказий таъмирлаш-механика заводида Электршалкли қайта эритиш усулида олинадиган 45 маркали пўлат деталларининг хизмат муддатини узайтириш ва таннархини пасайтириш долзарб масала ҳисобланади.

Электршалкли қайта эритиш усулининг моҳияти шундан иборатки, истеъмол қилинадиган электрод суюқ ҳолатдаги ток ўтказувчи шлак ваннасига ботирилади; шлак орқали ўтадиган ток уни қиздиради, электрод эрийди ва металл томчилари химиявий актив шлак қатламидан ўтиб, нометалл қўшимчалар ва зарарли аралашмалардан тозаланади. Суюқ металл сув билан совитиладиган кристаллизаторда секин-аста қотиб, ғўла ҳосил қилади [1]. Бу усулнинг афзалликлари: ғўланинг яхши сифати, киришиш бўшлиқлари ва ғовакликларнинг йўқлиги, зарарли қўшимчаларнинг камлиги, яроқли

қуйма олиш коэффициентининг юқорилиги ҳамда флюслар ёрдамида қотишма таркибини бошқариш имконияти.

Пўлатдаги кислород нометалл оксид қўшимчалар ҳосил қилади ва улар чарчоқ мустаҳкамлиги, қаттиқлик ва ейилишга чидамлиликни пасайтиради. Алюминий кислородга интилиши юқори бўлгани учун кучли раскислантирувчи ҳисобланади. Электрод таркибига алюминий киритиш қайта эритиш жараёнида кислородни боғлаш ва уни шлакка ўтказиш имконини беради. Аммо алюминийнинг самарадорлиги кристаллизатор ўлчамига қандай боғлиқлиги ва қуйма сифатига таъсири етарлича ўрганилмаган [2–3].

Энг кўп учрайдиган муаммо шундан иборатки, оддий печлардан олинган валлар юзасининг қаттиқлиги диаметр ортиши билан камаяди, Электршлак печи валлари эса диаметри 200 мм гача бўлганда бошқа печлардагидан қаттиқроқ, 600 мм дан катта бўлганда эса пастроқ чиқади. Бу ҳол катта кесимларда металл сифатини яхшилаш йўлларини излашни тақозо этади.

45 маркали пўлатни Электршалкли қайта эритиш усулида олишда электрод таркибидаги алюминий миқдорининг қуймадаги кислород миқдорига ва қуйма сифатига таъсирини турли диаметрдаги кристаллизаторларда аниқлашдан иборат.

Ушбу олиб борилган тадқиқот ишларининг вазифаларида электрод таркибидаги алюминий миқдорини (4, 8, 12, 16 %) ўзгартириб, кристаллизатор диаметрига (100–400 мм) боғлиқ ҳолда қуймадаги кислород миқдорини аниқлаш, алюминийнинг таъсирини кристаллизатор диаметри бўйича миқдорий баҳолаш, алюминий пластинасининг электродда жойлашувининг қуйма сифатига таъсирини қиёслаш, натижалар асосида 600 мм диаметрли кристаллизатор учун тадқиқотни режалаштиришдир[4].

Кристаллизатор диаметри ортган сари электродга қўшилган алюминийнинг кислород миқдорига таъсири кучаяди.

Тадқиқот объекти сифатида 45 маркали конструкцион пўлат олинди. Унинг стандарт бўйича химиявий таркиби 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал.

45 маркали пўлатнинг химиявий таркиби, масса улуши, %

Элемент	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Al	Fe
Миқдори	0.51	0.24	0.58	0.2	0.002	0.053	0.13	0.009	0.039	98.0

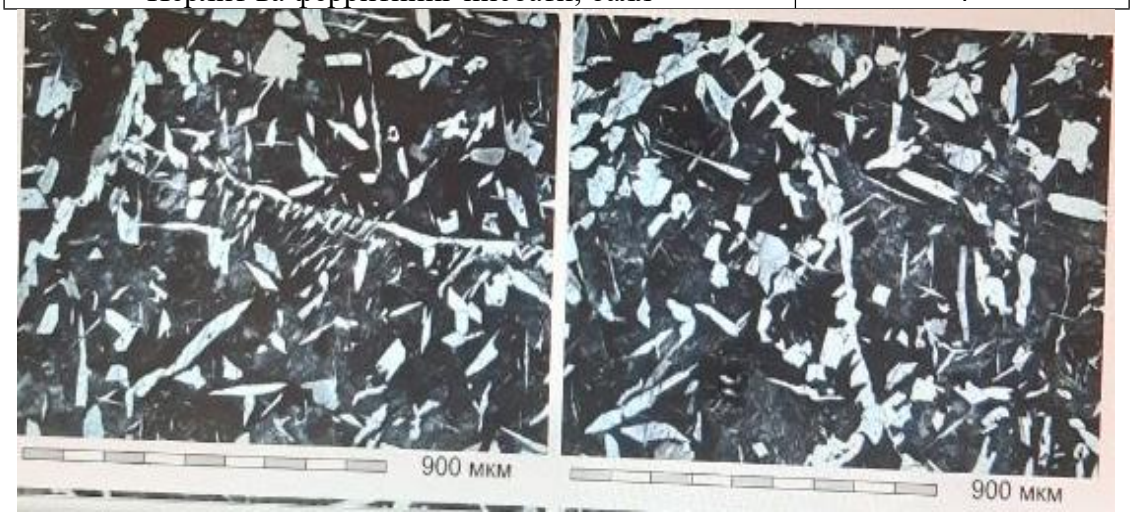
Тажрибалар «Олмалиқ КМК» АЖ ишлаб чиқариш шароитида электршлак печида ўтказилди. Қайта эритиш диаметри 100, 200, 300 ва 400 мм бўлган кристаллизаторларда бажарилди. 45 маркали пўлат электродининг таркибига 4, 8, 12 ва 16 % миқдорда алюминий киритилди. Бошқа параметрлар (шлак таркиби, ток кучи, кучланиш, эритиш тезлиги) барча тажрибада бир хил сақланди.

Пўлатдаги феррит ва перлитнинг нисбий таркиби (ГОСТ 8233)

2-жадвал

Иссиқлик билан ишлов беришдан олдинги таҳлил натижалари.

Кўриш майдонлар сони	4
Таҳлил қилинадиган майдон, кв, мм	5,226
Феррит таркиби, %	20,7
Ферритнинг улушини аниқлашдаги хатолик, %	1,0
Перлит таркиби, %	79,3
Перлитнинг улушини аниқлашдаги хатолик, %	1,0
Перлит ва ферритнинг нисбати, балл	4



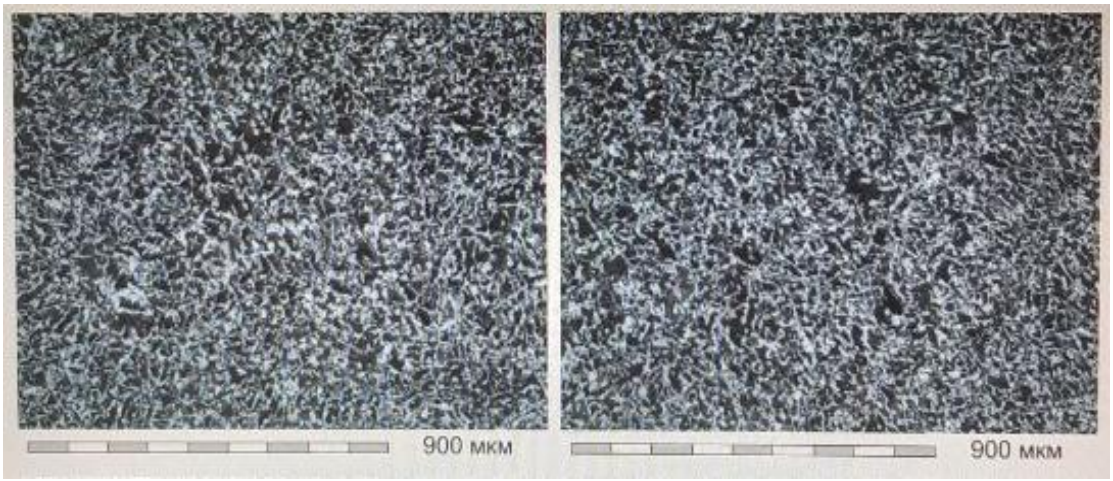
1-расм. Пўлат 45 маркали пўлатнинг структураси.

Пўлатдаги феррит ва перлитнинг нисбий таркиби (ГОСТ 8233)

3-жадвал

Иссиқлик билан ишлов берилгандан кейинги таҳлил натижалари.

Кўриш майдонлар сони	4
Таҳлил қилинадиган майдон, кв, мм	5,226
Феррит таркиби, %	25,7
Ферритнинг улушини аниқлашдаги хатолик, %	3,2
Перлит таркиби, %	74,8
Перлитнинг улушини аниқлашдаги хатолик, %	3,3
Перлит ва ферритнинг нисбати, балл	4



2-расм. Пўлат 45 маркали пўлатнинг структураси.

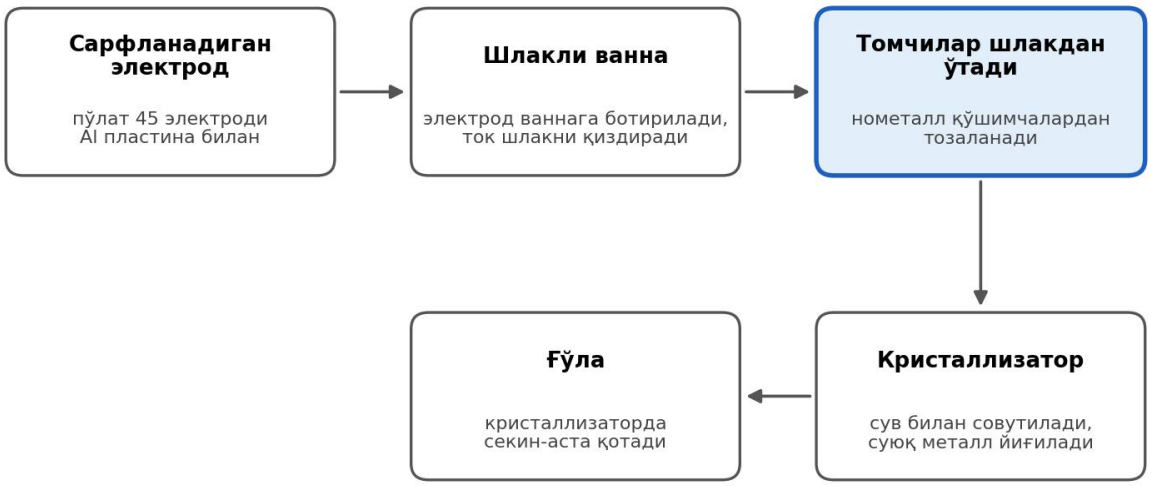
4-жадвал.

Тажрибалар режаси

Ўзгарувчи омил	Даражалар	Тайинланган параметр
Кристаллизатор диаметри, мм	100, 200, 300, 400	Электрод материали: пўлат 45
Электроддаги Al миқдори, %	4, 8, 12, 16	Шлак ва электр режими бир хил
Al пластинасининг жойлашуви	3 вариант (2.4-бандга қаранг)	Диаметр ва Al миқдори бир хил

Фазалар идентификацияси ва сирт хоссалари сканерловчи электрон микроскоп (СЭМ Zeiss EVO MA 10, Carl Zeiss) ва Empyrean (Malvern Panalytical) дифрактометри ёрдамида аниқланди. Механик хоссалар Р-50 М русумли рақамли синов машинасида аниқланди. Юза қаттиқлиги Dura Vision-20 қурилмасида ўлчанди[5–6].

Алюминий пластинаси электродга уч хил усулда жойлаштирилди: (1) икки ёнидан электрод узунлиги бўйича (ЦРМЗда қўлланиладиган мавжуд усул); (2) тўрт томондан электрод узунлиги бўйича (таклиф этилган усул); (3) электроднинг ташқи сиртига қоплама сифатида (қиёслаш учун).



3-расм. Электршлакни қайта эритиш жараёни схемаси. Алюминий электрод таркибида бўлиб, томчилар шлакдан ўтиш босқичида кислородни боғлайди.

Қуймалардаги кислород миқдори 5-жадвалда келтирилган. Барча кристаллизатор диаметрларида электрод таркибидаги алюминий ортиши билан кислород миқдори камайди.

5-жадвал.

Қуймадаги кислород миқдори (масса улуши, %) электрод таркибидаги Al миқдори ва кристаллизатор диаметрига боғлиқлиги

№	Кристаллизатор диаметри, мм	Al 4 %	Al 8 %	Al 12 %	Al 16 %	Боғлиқлик даражаси
1	400	0,034–0,036	0,010–0,012*	0,006–0,0062	0,002–0,0022	Кескин боғлиқ
2	300	0,034–0,036	0,020–0,022	0,012–0,014	0,010–0,012	Боғлиқлиги кам
3	200	0,034–0,036	0,024–0,026	0,018–0,020	0,012–0,014	Боғлиқлиги кам
4	100	0,034–0,036	0,026–0,028	0,022–0,024	0,018–0,020	Боғлиқлиги кам

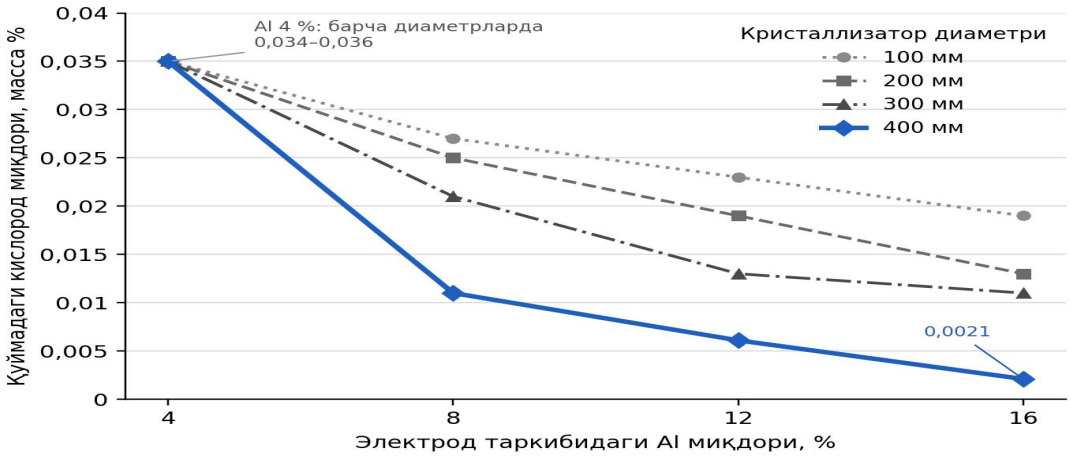
Диаметри 100, 200 ва 300 мм бўлган кристаллизаторларда алюминий миқдорига боғлиқлик сезиларли, лекин нисбатан кам кўринди. 400 мм диаметрли кристаллизаторда эса алюминий миқдорининг таъсири кескин намоён бўлди. Алюминий 4 % дан 16 % гача ошганда кислород миқдорининг ўртача қийматлари бўйича пасайиш 6-жадвалда келтирилган[7].

6-жадвал.

Алюминий 4 % дан 16 % гача ортганда кислород миқдорининг нисбий камайиши (оралиқ ўртачалари бўйича ҳисобланган)

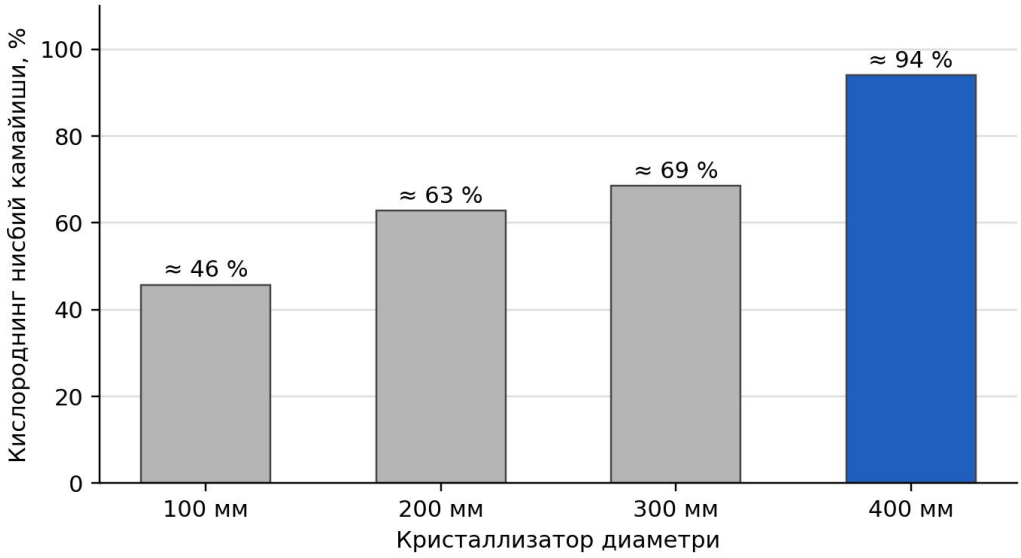
№ Т/р	Кристаллизатор диаметри, мм	Электрод таркибидаги Al миқдори, %	Олинган қотишма таркибидаги кислород миқдори	Изох
1	2	3	4	5
1	400	4 8 12 16	0,034-0,036 0,01-0,12 0,006-0,0062 0,002-0,0022	Кескин боғлиқ
2	300	4 8 12 16	0,034-0,036 0,02-0,022 0,012-0,014 0,01-0,012	Боғлиқлиги кам
3	200	4 8 12 16	0,034-0,036 0,024-0,026 0,018-0,02 0,012-0,014	Боғлиқлиги кам
4	100	4 8 12 16	0,034-0,036 0,026-0,028 0,022-0,024 0,018-0,02	Боғлиқлиги кам

Электршлак печида пўлат 45 ни суюқлантиришда ҳосил бўладиган ноқис-ликларни аниқлаш мақсадида хозирги кунда қўлланилаётган пўлат-алюминий суюқлантириш технологияси тахлил қилинди. Бунда пўлат 45 электрод ўзагига турли миқдордаги алюминий қўшиб суюқлантирилди. Тадқиқот натижаларидан кшриниб турибдики, кристаллизаторнинг диаметридан қатъий назар қўшилаётган алюминий миқдори 2 % дан кам бўлганида олинаётган қуйма таркибидаги газ миқдори деярли бир хил (0,034-0,04 %) бўлди[8–9].

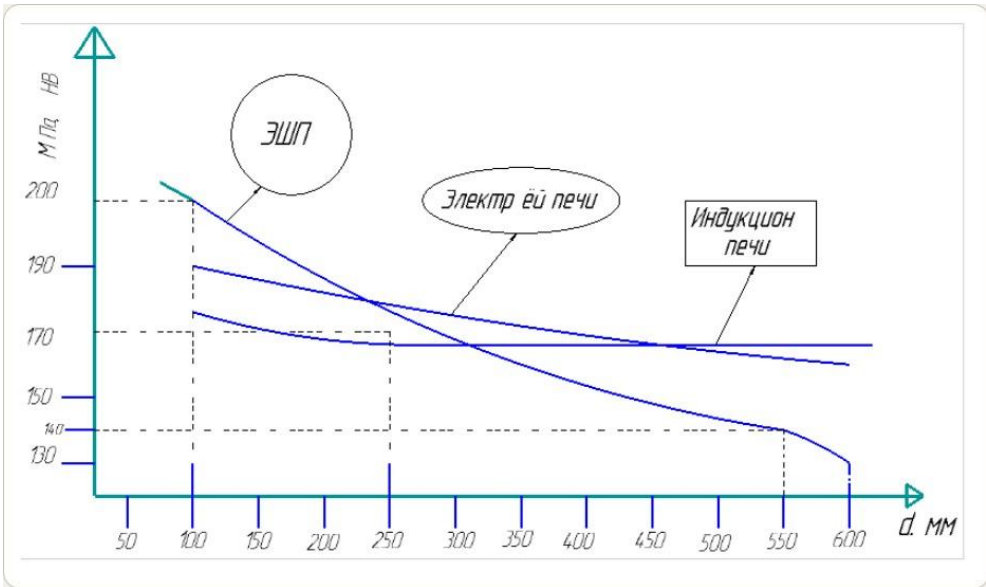


4-расм. Қуймадаги кислород миқдорининг электрод таркибидаги Al миқдорига боғлиқлиги

Графитли электрод таркибидаги алюминий миқдори 15-16% ни ташкил қилганида қуйманинг диаметри 400 мм ва ундан зиёд бўлганида қуйма таркибидаги газ (кислород) миқдори кескин камайиши кузатилди ва 0,002-0,0022 % ни ташкил қилди. Бу кристаллизаторда металл бир меъёрда суюқлангани мавжуд газларнинг қуйма хажми бўйича тенг тақсимланганини кўрсатади.



5-расм. Алюминий 4 % дан 16 % гача оширилганда кислороднинг нисбий камайиши



6-расм. Валнинг юза қаттиқлиги (НВ) диаметрига боғлиқлиги (электршлак, электр ёй ва индукцион печлар)

Натижалар алюминий кучли раскислантирувчи сифатида электрод таркибидан эриган кислородни боғлашини тасдиқлайди: Al миқдори ортиши билан кислород миқдори барча диаметрларда пасайди. Бу фикр алюминийнинг кислородга юқори кимёвий интилишига мос келади [10].

Энг муҳим кузатув, алюминий таъсирининг кристаллизатор диаметрига боғлиқлигидир. 100–300 мм да Al 16 % да кислород 0,011–0,019 % орасида қолган бўлса, 400 мм да 0,0021 % га тушди. Буни эҳтимол қуйидагича тушунтириш мумкин: диаметр ошганда металл ваннасининг ҳажми катталашади, алюминий билан ҳосил бўлган оксид қўшимчалар шлакка чиқиши учун шароит яхшиланади, шунингдек, ваннанинг умумий ҳажмига нисбатан ташқи муҳит билан тегиш юзаси камаяди. Шу асосда диаметр ошган сари қуйма таркибидаги газ концентрацияси камаяди деган тахмин илгари сурилди ва 600 мм диаметрли кристаллизаторда тадқиқот ўтказиш режалаштирилди.

Амалий аҳамияти шундан иборатки, катта кесимли валларда юза қаттиқлиги пасайишининг сабабларидан бири қуймадаги кислород ва қўшимчалар бўлиши мумкин. Алюминийни оптимал миқдорда киритиш бу таъсирни камайтириш имконини беради. Натижалар 45 маркали пўлат ва кўрсатилган режимлар учун олинган. Ортиқча алюминий Al_2O_3 қўшимчалар кўпайишига олиб келиши мумкин, шу сабабли қўшимчаларнинг ўлчами ва тақсимотини СЭМ орқали назорат қилиш керак. Ҳар бир нуқта учун такрорий ўлчовлар сони ва статистик ишончлилик [11].

Юқоридаги маълумотлардан келиб чиқиб, қуйидагича хулоса қилинди:

1. Электрод таркибидаги алюминий миқдори 4 дан 16 % гача ортганда қуймадаги кислород миқдори барча кристаллизатор диаметрларида камайди.
2. Алюминийнинг таъсири кристаллизатор диаметри ортган сари кучайди: 400 мм да кислород миқдори тахминан 94 % га, 100 мм да тахминан 46 % га пасайди.
3. Диаметр 400 мм бўлганда кислороднинг энг паст қиймати (0,002–0,0022 %) 16 % Al да олинди.

4. Алюминий пластинасини электрод бўйлаб тўрт томондан жойлаштириш усули ва 600 мм диаметрли кристаллизаторда тадқиқотни давом эттириш тавсия этилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Тураходжаев Н.Д., Чоршанбиев Ш.М., Турсунов Т.Х., Мардонақулов Ш.У., Усмонова Н.К. Повышение качества алюминиевых сплавов предварительным нагревом шихты. //ТошДТУ хабарлари. – Ташкент, 2013. - № 2. - С. 108–112.
2. Тураходжаев Н.Д. Способ упрочнения рабочих поверхностей деталей при заливке в кокиль с использованием технологии получения расплава под флюсом. //ТошДТУ хабарлари. – Ташкент, 2013. - № 4. - С. 90–95.
3. Тураходжаев Н.Д., Туляганов Э.Х., Турсунов Т.Х., Якубов Л.Э., Рафиев А.А. Новый метод повышения прочности поверхности отливок при заливке в кокиль. //ТошДТУ хабарлари. – Ташкент, 2014. - № 1. - С. 89–92.
4. Тураходжаев Н.Д., Тураходжаева Ш.Н. Способ переплава композиционных материалов с содержанием алюминия для получения качественной структуры. // Композиционные материалы. – Ташкент, 2015. - № 3. - С. 30–31.
5. Н.Д.Тураходжаев, Т.Х.Турсунов, Л.Э.Якубов, Х.З.Абдурахманов Ш.Н.Тураходжаева, Ш.А.Ташбулатов, А.Мукимов Опредение режимов плавки алюминиевых сплавов с применением защитного флюса. // ТошДТУ хабарлари. – Ташкент, 2015. - № 3. - С. 174–179.
6. Ш.М.: Turakhodjaev N., Chorshanbiev Sh., Kamalov J.,Yuldashev., Egamshukurov J. 2020. Journal of critical reviews. “Ways to increase the strength of the surface of the parts”. Journal of Critical Review, No. 103, Section 4, Roosevelt Rd, Da'an District, Taipei City,Taiwan.
7. N. Turakhodjaev, Sh. Chorshanbiev, N.Tadjiev. (2023). Development of Machined Durable Parts of Modified 110G13L Brand Steel. Journal of Educational Discoveries and Lifelong Learning. Eurasian Scientific Herald. Eurasian Scientific Bulletin. Pp: 21 – 25
8. Kamolkhon Karimov, Nodir Turakhodjaev, Azamat Akhmedov and Shukhrat Chorshanbiev (2021). Mathematical model for producing machine part. E3S Web of Conferences 264, 04078 (2021) CONMECHYDRO – 2021 https://doi.org/10.1051/e3sconf/ 202126404078
9. Journal of critical reviews. “Ways to increase the strength of the surface of the parts”. Turakhodjaev Nodir, Chorshanbiev Shukhrat, Kamalov Jamaliddin,Yuldashev Bekzod, Egamshukurov Jaloliddin, Chorshanbiev Kulmukhammad, , Journal of Critical Review, 2020. No. 103, Section 4, Roosevelt Rd, Da'an District, Taipei City, Taiwan.
10. Turaxodjayev N. Chorshanbiyev Sh, Sadikova N. (2020). “Ways to increase the strength of s’haftgear teeth working in a highly abrasive grinding yeHBironment “. Journal of critical reviews. Journal of Critical Review, No. 103, Section 4, Roosevelt Rd, Da'an District, Taipei City, Taiwan.. 904-907.
11. Chorshanbiev Sh., Tadjiev N., Yerkinjonov A. “Development of wear-resistant parts from high-manganese modified steel 110G13L for ore-grinding yequipment” Yesearch article | june 17 2024. III International Scientific and Technical Conference “Actual Issues of Power Supply Systems” (ICAIPSS2023)