

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

КАМАЛОВ ЖАМАЛИДДИН САЙФИТДИНОВИЧ

**ГАЗЛИ ПЕЧЛАРДА АЛЮМИНИЙ ҚОТИШМАЛАРИНИ ЭРИТИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Куймакорлик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси.**

**Камёб, нодир ва радиоактив элементлар технологияси
(куймачилик ва металларга ишлов бериш технологияси йўналиши)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фалсафа доктори(PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Камалов Жамалиддин Сайфитдинович

Газли печларда алюминий қотишмаларини эритиш технологиясини ишлаб
чиқиш3

Камалов Жамалиддин Сайфитдинович

Разработка технологии плавки алюминиевых сплавов в газовых печах ...27

Kamalov Jamaliddin Sayfitdinovich

Development of technology for melting aluminum alloys in gas furnaces48

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works50

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.03/30.12.2019.Т.03.04 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

КАМАЛОВ ЖАМАЛИДДИН САЙФИТДИНОВИЧ

**ГАЗЛИ ПЕЧЛАРДА АЛЮМИНИЙ ҚОТИШМАЛАРИНИ ЭРИТИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**05.02.01 – Машинасозликда материалшунослик. Қуймакорлик. Металларга термик ва
босим остида ишлов бериш. Қора, рангли ва ноёб металлар металлургияси. Камёб, нодир
ва радиоактив элементлар технологияси (қуймачилик ва металларга ишлов бериш
технологияси йўналиши)**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2021.2.PhD/T рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасининг (www.tdtu.uz) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Тураходжаев Нодир Джахонгирович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Нурмуродов Салоҳиддин Дустмуродович
техника фанлари доктори, профессор

Атажанов Гапур Латибович
техника фанлари номзоди, доцент

Ҳетакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

Диссертация химояси Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.T.03.04 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил « » март соат даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100095, Тошкент шаҳар, Олмазор тумани, Университет кўчаси 2-уй. Тел/факс.: (99871) 277-10-32, e-mail: (tadqiqotchi@tdtu.uz).

Диссертация билан Тошкент давлат техника университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (232 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100095, Тошкент шаҳар, Олмазор тумани, Университет кўчаси 2-уй. Тел/факс.: (99871) 277-10-32).

Диссертация автореферати 2022 йил « » март куни тарқатилди.
(2022 йил « » мартдаги № рақамли реестр баённомаси).

К.А. Каримов

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси,
техника фанлари доктори, профессор

Ш.Б. Ташбўлатов

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби, техника
фанлари бўйича фалсафа доктори

Н.С. Дуняшин

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, техника фанлари доктори, профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда алюминий қотишмаларини суюқлантиришнинг ресурс ва энергия тежамкорлигини таъминлайдиган технологияларини ва уни амалга ошириш учун газ печларининг конструкцияларини такомиллаштириш алоҳида аҳамият касб этмоқда. Шу билан бирга алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантиришнинг асосий муаммоси ҳисобланган қотишманинг нометалл қўшимчалари билан тўйинишининг олдини олишни таъминлайдиган технологияни ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу билан бир қаторда печга юкланаётган шихта таркибидаги нометалл қўшимчаларни печдан чиқаётган ёниш маҳсулотларининг иссиқлигидан самарали фойдаланиш муҳим вазифа ҳисобланади. Бу борада дунёнинг қатор мамлакатларида, жумладан саноати ривожланган АҚШ, Англия, Германия, Франция, Италия, Япония, Россия, Украина ва Хитой давлатларида алюминий қотишмаларини суюқлантиришда табиий газдан фойдаланишда маҳсулот сифатини таъминлашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда алюминий қотишмаларини суюқлантиришда тгаз печларининг конструкцияларини такомиллаштириш, алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантириш технологияларини ишлаб чиқиш, кума маҳсулотларининг таркибидаги газ ва оксид қўшимчаларини камйтириш технологияларини ишлаб чиқиш бўйича кенг кўламда илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан МДХ давлатларида, жумладан Россия, Белорус, Украина ва Ўзбекистонда алюминий қотишмаларини суюқлантиришда такомиллаштирилган печ конструкцияларини қўллаш муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу билан бирга, алюминий қотишмаларини суюқлантиришда атмосферага чиқиб кетаётган ёниш маҳсулотларининг иссиқлигидан самарали фойдаланиш учун печ шахтасининг дастлабки юклаш қурилмасини ишлаб чиқиш асосида печнинг фойдали иш коэффициентини ошириш ва атроф муҳитга салбий таъсирини камайтириш зарур вазифа ҳисобланади.

Республикамизда алюминий қотишмаларини суюқлантириш печларининг конструкцияларини такомиллаштириш, печларнинг фойдали иш коэффициентини ошириш ва олинаётган маҳсулот сифатини ошириш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириши бўйича Ҳаракатлар стратегиясида жумладан «... макро-иқтисодий барқарорликни мустаҳкамлаш ва юқори иқтисодий ўсиш суръатларини сақлаб қолиш, миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ... иқтисодиётда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш» бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, газда ишлайдиган суюқлантириш печларининг самарали конструкцияларини ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда. Ўзбекистон

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ- 4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, ЎзР Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йилнинг 31 январидаги 22-сон «Нексия автомобилларининг алюминий қотишмаларидан ясалган генератор ва мотор кронштейнларини локаллаштириш»даги Қарорида, 2016 йил 26 декабрдаги ПҚ-2698-сон «2017-2019 йилларда тайёр маҳсулот турлар, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш истиқболли лойиҳаларини амалга оширишни давом эттириш чора–тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ- 4947-сонли «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йилнинг 31 январидаги 22-сон «Нексия автомобилларининг алюминий қотишмаларидан ясалган генератор ва мотор кронштейнларини локаллаштириш»даги Қарорида, 2016 йил 26 декабрдаги ПҚ-2698-сон «2017-2019 йилларда тайёр маҳсулот турлар, бутловчи буюмлар ва материаллар ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш истиқболли лойиҳаларини амалга оширишни давом эттириш чора–тадбирлари тўғрисида»ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади алюминий ётишмаларини газли печларда суюқлантиришнинг энергия самарадорлигини таъминлайдиган технологияни ишлаб чиқишдан иборат.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Дунёнинг утакчи олимлари алюминий қотишмаларини суюқлантиришда табиий газдан фойдаланиш учун печларнинг конструкцияларини такомиллаштириш, атроф муҳитга чиқиб кетаётган ёниш маҳсулотларининг ҳароратини камайтириш технологиясини ишлаб чиқиш, алюминий қотишмаларини сифатини ошириш технологияларини ишлаб чиқишган. АҚШ олимлари В.Струк ва Ҳе.Хьюмен алюминийни суюқлантириш учун қўлланиладиган газ печларининг ваннасини икки қисмга қилиб, ёниш маҳсулотларининг қотишма таркибига сингишини олидини олиш асосида газ қўшимчаларнинг миқдорини 10-12% га оширишга эришишган. Англия қумкорлик ишлаб чиқариш ходимлари газ печининг фойдали иш коэффициентини ошириш учун шахта қисмига газ ва ҳаво узатиш қувурларини жойлаштириш технологиясини таклиф этишган. Ушбу технологиянинг яўлланилиши печнинг фойдали иш коэффициентини 7-8% га ошириш имконини берган.

МДХ мамлакатлари олимлари В.А.Грачев, В.А.Моргуновлар газда

ишловчи печларнинг фойдали иш коэффициентини ошириш учун шихтани дастлабки қиздириш шахтасини ишлаб чиқишган. А.П. Андреев ва Н.С. Гогинлар газ печларининг конструкциясини такомиллаштириш асосида печнинг ванна қисмида жойлаштирилган қарама-қарши газ горелкаларини марказлашмаган ўқга жойлаштириш асосида суюқ металл ваннаси юзасида ҳосил бўладиган оқимнинг ламинарлигини таъминлашга эришишган. Натижада водород ва кислороднинг алюминий қотишмасига сингиш даражаси 14-16% га камайтирилган.

Ўзбек олимлари А.О.Шазимов ва Н.Д.Тураходжаевлар газда ишлайдиган алюминий эритиш печларининг ванна қисмида иссиқбардош тўсиқ конструкциясини қўллаш асосида печнинг фойдали иш коэффициентини 7-8% га оширишга эришишган. Профессор Ф.С.Абдуллаев газда ишлайдиган алюминий суюқлантириш печларидан олинадиган қотишманинг пластиклик даражасини ошириш учун печ ичида модификациялаш технологиясини ишлаб чиқган. Натижада алюминий қотишмасининг пластиклиги 6-8% га оширилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг №12/2012 «Газ печларида алюминий қотишмаларини суюқлантиришда маҳсулот сифатини ошириш технологиясини ишлаб чиқиш» (2012-2014 й.), №2С «Алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантиришда газ ва нометалл қўшимчаларни камайтириш технологиясини ишлаб чиқиш» (2017-2018 й.), «Алюминий ва унинг қотишмаларини олишда ресурс тежамкорлигини таъминлайдиган технологияни ишлаб чиқиш» (2018-2019 й.) хўжалик шартномалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади газли печларда алюминий қотишмаларини эритишда печнинг энергия самарадорлигини ошириш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

печ шахтасидан ўтаётган ёниш маҳсулотлари ҳаракатланиш динамикасининг тўсиқлардан ўтишдаги ўзгаришларни асосида алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантиришнинг технологияси ишлаб чиқиш;

шихта материаллари ўртача диаметрининг иссиқлик алмашнув жараёнига таъсирининг ўзгариши қилиш асосида алюминий қотишмаларини печга юқлаш технологиясини ишлаб чиқиш;

шихта ашёсининг иссиқлик ўтказувчанлик хоссасининг ҳароратга боғлиқлик даражасини аниқлаш;

ёниш маҳсулотларининг газ печи ичидаги ҳаракатланишининг турбулентлик ҳосил қилиш шартларини таҳлил қилиш;

табiiй газнинг ёнишидаги ҳосил бўладиган кимёвий бирикмаларнинг нисбатлари асосида шихтани дастлабки қиздириш майдончасининг геометрик параметрлари ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида АК7 ва ADS12 маркали алюминий қотишмалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида алюминий қотишмаларини газли печда қизиши ва суюқланиши жараёнида унинг газ ва оксид қўшимчалар билан

тўйиниш жараёни олинган.

Тадқиқотнинг усуллари. Олинган қотишманинг миқдорий кўрсаткичларини ўрганишда оксид ва газ қўшимчаларининг миқдорий кўрсаткичлари экстракция усули билан аниқланган, қотишма таҳлили UV-VIS-NIR маркали оптик спектроскопия ёрдамида амалга оширилди; нурларнинг ўтиши асосида SEM-EDX маркали сканерлаш электрон микроскопи ёрдамида қотишманинг микро тузилиши ўрганилди; қотишманинг механик хоссалари ва структураси Empyeon Malvern Panalytical дифрактометри орқали ўрганилди, газ ғовакларини аниқлаш учуни ғоваклик шкаласидан фойдаланилди, кимёвий таркибнинг лаборатория синовлари мураккаб сканерловчи электрон микроскоп (Carl Zeiss EVO-MA-10) ёрдамида амалга оширилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантиришнинг технологияси печ шахтасидан ўтаётган ёниш маҳсулотлари ҳаракатланиш динамикаси асосида ишлаб чиқилди;

алюминий қотишмаларини печга юқлашдан олдин дастлабки қиздириш технологияси шихта материаллари ўртача диаметрининг иссиқлик алмашнув жараёнига таъсири асосида ишлаб чиқилди;

алюминий қотишмаларини қиздириш камерасида ва дастлабки қиздириш майдончасида ушлаб туриш технологияси шихта ашёсининг ҳароратга боғлиқ равишда иссиқлик ўтказувчанлик хоссасининг ўзгариши асосида ишлаб чиқилган;

шихтани дастлабки қиздириш камерасининг конструкцияси газларнинг ҳаракатланишидаги турбулентлик ҳосил қилиш шартлари асосида ишлаб чиқилганг;

шихтани дастлабки қиздириш майдончасининг геометрик параметрлари газнинг ёнишидаги ҳосил бўладиган кимёвий бирикмаларнинг нисбатлари асосида ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

алюминий қотишмаларини суюқлантириш учун ишлаб чиқилган шихтани дастлабки қиздириш майдончасининг қўлланилиши ишлаб чиқариш унумдорлигини 6-8% га ошириш имконини берган;

ишлаб чиқилган газли алюминий суюқлантириш печининг конструкциясининг қўлланилиши табиий газнинг тўлиқёнишини 5-6 % га ошириш имконини берган;

алюминий қотишмасини суюқлантириш учун ишлаб чиқилган печ конструкцияси шихтани дастлабки қиздириш ҳисобига ресурс йўқотишларини 6-7 % га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги аниқ қўйилган вазифа асосида олинган, алюминий қотишмасини флюс билан ишлов бериш технологик жараёнини ишлаб чиқишда экспериментал тадқиқотларнинг кўплиги ва экспериментларни математик режалаштириш усулини қўллаб, экспериментлар натижаларининг математик асосда қайта ишлов берилиши замонавий техника ва технологиялардан фойдаланиш асосида аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти алюминий қотишмаларини суюқлантиришда кечадиган кимёвий ва физик жараёнларни илмий асослаш орқали қотишма таркибини газ ва оксид қўшимчалар билан бойиш механизмини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти алюминий қотишмаларини суюқлантиришда газ пеечларининг энергия тежамкор конструкциясини такомиллаштириш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш натижасида олинадиган иктисодий самарадорликдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Газли печларда алюминий қотишмаларини эритиш технологиясини ишлаб чиқишда олинган натижалар асосида қуйидагилар ишлаб чиқилди ва ишлаб чиқаришга жорий этилди:

- алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантириш технологияси “Далварзин таъмирлаш заводи“га жорий этилди (“Uzagroservis” АЖнинг 2021 йил 19 декабрдаги 09-03/03-1737-сон маълумотномаси). Жорий этиш натижасида печнинг ванна қисмидаги иссиқлик йўқотиш миқдори 15-20 % га камайган;

- шихтани печга юклашдан олдин дастлабки қиздириш технологияси “Далварзин таъмирлаш заводи“ га жорий этилди («Uzagroservis» АЖнинг 2021 йил 19 декабрдаги 09-03/03-1737-сон маълумотномаси). Жорий этиш натижасида алюминий қотишмасини суюқлантириш учун қўлланиладиган табиий газ сарфи 6-7 % га камайган;

- алюминий қотишмасини қиздириш камерасида сақлаш технологияси “Далварзин таъмирлаш заводи“ га жорий этилди («Uzagroservis» АЖнинг 2021 йил 19 декабрдаги 09-03/03-1737-сон маълумотномаси). Жорий этиш натижасида энергия сарфи 8-10 % га камайган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертациянинг тадқиқот натижалари 15 та, шу жумладан 10 та халқаро ва 5 та республика конференциялари ва симпозиумларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича 38 та илмий иш чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган илмий ишларида 7 та мақола, 3 та Хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертациянинг таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари таснифланган, тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва асосий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот

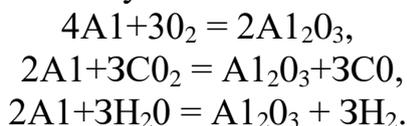
натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Алюминий қотишмаларини эритиш жараёнини такомиллаштириш бўйича олиб борилган тадқиқотлар таҳлили**» деб номланган биринчи бобида алюминий қотишмаларини суюқлантириш учун қўлланиладиган газ печларининг конструкцияларини такомиллаштириш бўйича тадқиқотларга бағишланган ишлар кўриб чиқилди, шунингдек, уларнинг алюминий қотишмаларини саноатда қўллаш бўйича муаммоларнинг ҳозирги ҳолати таҳлил қилинди.

Хорижий ва Республика олимлари томонидан алюминий қотишмаларини суюқлантиришда қўлланиладиган электр ва газли печларнинг, уларнинг махсус хоссаларини таъминлайди. Маълумки, алюминий қотишмаларини эритишда суюқликнинг устки қисмида оксид қатлам ҳосил бўлади. Оксид қатламнинг миқдори ва қотишманинг газ билан тўйинганлиги ўзаро боғлиқ бўлиб, эритмада оксид қатлам қанча кўп бўлса, унинг газ билан тўйинганлиги шунчалик юқори эканлигини англатади.

Шунингдек, алюминий қотишмаларини эритиш технологиясига кўра - паст зичлик ($2,7 \text{ т/м}^3$) ва нисбатан паст эриш нуктаси (658°C) билан бир қаторда, унинг юқори иссиқлик сиғими ва яширин иссиқлик хусусиятларига эга. Яна, 700°C да суюқ алюминий энталпияси 1250°C да (мос равишда 950 ва 1050 кДж/кг) куйма темир энталпияси билан солиштириш мумкин.

Алюминий эритмасининг электр қаршилиги 0,24-10~6Омм ҳм тенг бўлиб, пўлат эритмасидан тахминан 6 баравар паст. Шу сабабли, индукцион печларда алюминий қотишмаларини эритишда электр самарадорлигини пасайишига сабаб бўлади. Печнинг газ фазаси таркибига қараб, алюминий кислород, CO_2 ва сув буғлари билан реакцияга киришиши мумкин:



Металл юзасида ҳосил бўлган оксид плёнкаси Al_2O_3 кейинчалик уни газ фазасининг таъсиридан ҳимоя қилади, шу билан бирга, эритиш пайтида ишлатиладиган турли материаллар таъсирида оксидли плёнканинг ҳимоя хусусиятларини ўзгаришига олиб келади. Хусусан, калий, натрий ва бошқа гидроксиди ва ишқорий тупроқ металлари, шунингдек, рух, гексахлороетан (C_2Cl_6), бор ва кремний фторидлари оксид плёнкани газ ўтказувчанлигини оширади ва аксинча, бор, фтор ва газсимон фторидлар плёнканинг газ ўтказувчанлигини пасайтиради. Алюминийга сув буғининг таъсири натижасида оксидланади ва эритмада осон эрийдиган водород ҳосил бўлишига олиб келади. Амалда эса қиздирилган алюминий қотишмаларида водород миқдори 100 г металл учун 3 см^3 га уетиши мумкин. Кристалланиш жараёнида водороднинг эрувчанлиги 10 мартага камаяди, натижада, газ чўнтаклари ва ғоваклик ҳосил бўлади. Булар алюминий қотишмасини суюқлантириш учун қўлланиладиган печнинг атмосфераси билан боғлиқ бўлгани сабабли, газ печларида бу яққол намоён бўлади.

Кўриниб турибдики, диссертация ишида кўриб чиқилган, алюминий қотишмаларини суюқлантириш учун газ печининг конструкциясини

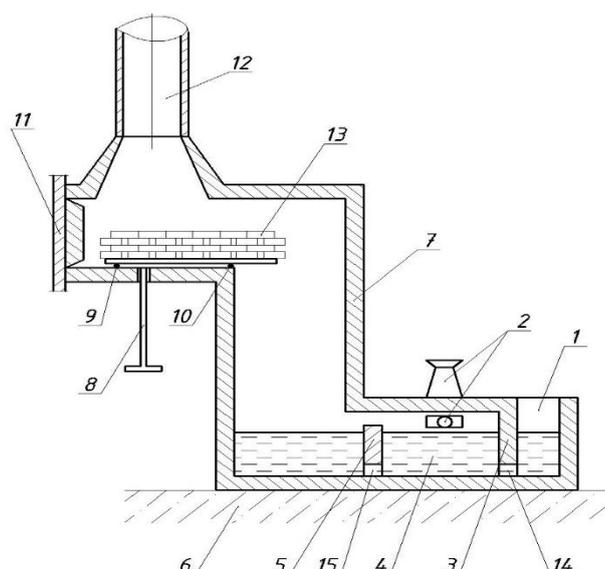
такомиллаштириш ва суюқлантириш технологиясини ишлаб чиқиш муаммоси уетарлича ўрганилмаган.

Диссертациянинг «Тадқиқот объекти ва алюминий қотишма сифатини аниқлаш методологиясини ишлаб чиқиш» деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектлари танлаб олинган, фойдаланилаётган материалларнинг асосий физик-кимёвий хоссалари, шунингдек, ўрганиш учун замонавий физик-механик, кимёвий ва физик-кимёвий усуллар ва жиҳозлар (IR-спектроскопия, электрон микроскопия, заррачалар ҳажмий таҳлили)дан фойдаланганлик тўғрисида маълумотлар берилган.

Тадқиқот иши натижасида олинган намуналар микротаҳлили сканерловчи электрон микроскоп (SEM-EDX)да амалга оширилган. Намуна юзаси бўйлаб элементлар жойлашуви ва чизик бўйлаб элементлар анализи график тарзда (автоматик ва қўлда) кўриб чиқилган. Усулнинг самарадорлиги тўлиқ оптик спектроскопия (ютилиш, узатиш, акс эттириш, кинетика, ранг) ёрдамида оптик таҳлил қилинган. Кўплаб материаллар -қаттиқ, плёнка, суюқ, газсимон, композит- Япония спектрометри (spectrophotometer shimadzu) ёрдамида акс эттирилган (185 дан 3300 нм гача бўлган спектрал диапазон тақдим этади) 2 ёруғлик манбаи ва 3 та нурланиш детектори 0,1 нм дастурий таъминот uv-probe 2.00 (windows-7 prof / vista business) дунёдаги энг паст шовқин ва ёруғлик тарқалиш даражаси энг юқори сезувчанликни таъминлайди 0,00003 (~ mkg / L), энг юқори концентрация диапазони таъминлабберади.

Диссертациянинг «Газ печларида алюминий қотишмаларини суюқлантириш учун печ конструкциясини такомиллаштириш» деб номланган учинчи бобида алюминий қотишмаларини суюқлантириш учун қўлланиладиган печ конструкциясидаги такомиллаштириш ишлари бўйича олиб борилган тадқиқот натижалари келтирилган.

Алюминий қотишмаларини суюқлантиришда қўлланиладиган шахта-қайтарувчи газли печнинг ишлаш принципи асосида ундаги иссиқлик алмашинув жараёнини таҳлил қиламиз (расм 3.1). Печ шахтасининг дастлабки юклаш қуримаси (9) га юкланган шиха (13) берилган ҳароратгача қизиганидан кейин (8) турткич ёрдамида печ ичига юкланади. Бунда газ горелкаси (2) ёрдамида ҳосил бўлган ёниш маҳсулотлари шахта (7) орқали юқорига кўтарилиб, дастлабки юклаш майдончасига жойлаштирилган шихтани иссиқлик узатиш асосида қиздиради. Лекин айнан шу дастлабки қиздириш майдончасида (10) ва печ шахтасининг (7) юқори қисмида катта турбулентлик ҳосил бўлиши оқибатида ёниш маҳсулотларининг тўпланиб қолиши ва газ оқимининг ҳаракатига тўсиқ ҳосил бўлиши кузатилади.



Расм 3.1 Экспериментал газли шахта-қайтарувчи печ.

1-намуна олиш камераси; 2- газ горелккалари; 3,5-иссиқбардош тўсиқ; 4- қиздириш камераси; 6-печ таглиги; 7- печ шахтаси; 8-юклаш қурилмаси; 9-шихтани дастлабки қиздириш майдончаси; 10-шарнирли механизм; 11-шихтани юклаш эшиги; 12- атмосферага чиқарувчи қувур; 13-юкланаётган шихта; 14,15-ўтиш каналлари.

Бунда ҳаво оқимининг ҳаракати дастлабки юклаш майдончасининг шахта ичига кирган қисми, дастлабки юклаш майдончасининг шихта билан юкланганлик даражаси ва шахтанинг юқори қисми билан унинг шипи орасидаги бурчакнинг қийматига мос равишда бўлиши тажриба асосида аниқланди (жадвал 3.1). Дастлабки тадқиқотлар шахтанинг ён деворлари гирозонтал ўқга нисбатан 90° бўлганида ўтказилиб, бунда шихтанинг дастлабки юклаш майдончасида 300°C гача сарфланадиган вақт ва газ миқдори аниқланди.

Жадвал 3.1

Т/р	Печнинг ишлаб чиқариш қуввати, кг/соат	Печ дастлабки юклаш майдончасининг шахтага кирган қисмининг шахта диаметри ўлчамига нисбати, К	1 тонна қотишма олиш учун сарфланадиган газ миқдори, м ³	Шихтанинг дастлабки юклаш майдончасида 300°C гача қизиш учун сарфланадиган вақти, мин
1	150	1/2	51-53	38-40
2		1/3	52-55	38-42
3		1/4	58-59	41-45
4		1/6	60-62	44-48
5		1/10	62-63	48-50
1	250	1/2	50-52	34-36
2		1/3	53-55	37-39
3		1/4	56-58	40-42
4		1/6	58-59	40-44
5		1/10	60-62	42-45
1	500	1/2	44-46	30-32
2		1/3	47-49	33-35
3		1/4	50-52	34-36
4		1/6	53-55	37-39
5		1/10	55-56	38-40
1	750	1/2	40-42	28-30

2		1/3	46-47	32-35
3		1/4	48-50	33-34
4		1/6	50-52	34-36
5		1/10	52-54	36-38
1		1000	1/2	35-37
2	1/3		38-40	24-25
3	1/4		40-44	27-28
4	1/6		46-48	32-34
5	1/10		50-52	34-35

Келтирилган маълумотлар асосида шундай хулоса қилиш мумкинки, унга кўра ишлаб чиқариш қуввати ошган сари хар бир тонна алюминий қотишмасига сарфланадиган табиий газнинг миқдори камаяди. Шу билан бирга шихтани дастлабки қиздириш камерасида 300 °С гача қиздиришда шахтанинг горизантал ўқга нисбатан 90 ° бурчак ҳосил қилган деворларининг свод билан туташган қисмида турбулентлик ҳисобига ёниш маҳсулотларининг бер меъёрда печдан чиқиб кетишига тўсқинлик қилади. Бу ўз навбатида газларнинг тўла ёнишидан тўсади ва газ сарфини оширишга сабаб бўлади.

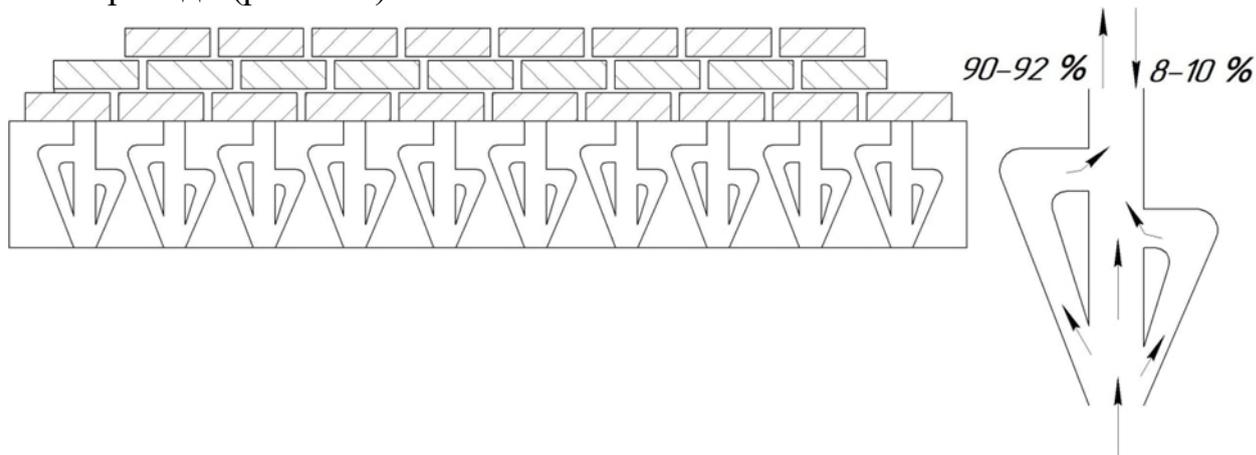
Дастлабки юклаш майдончасига жойлаштирилган шихтанинг ўртача диаметри 10 мм дан 30 ммгача, 30 мм дан 70 мм гача ва 100 мм дан катта ўлчамда олинди. Бунда шихта диаметри билан печдан чиқиб кетаётган ёниш маҳсулотларининг ҳарорати орасидаги боғлиқлик даражасини аниқлаш масаласи қўйилган эди. Аввал шихтани дастлабки юклаш майдончасига ўртача диаметри 10 мм дан 30 мм гача бўлган майда шихта юкланди. Олиб борилган тадқиқотлар натижаси жадвал 3.19 да келтирилган.

Жадвал 3.19

т/р	Юкланган шихтанинг ўртача диаметри, мм	Печдан чиқиб кетаётган ёниш маҳсулотларининг ҳарорати, °С	Майдончага шихтанинг юкланганлик даражаси, %	Печнинг фойдали иш коэффициенти, %
1	10-30	100	0,9	70
2		140	0,8	67
3		170	0,7	65
4		200	0,6	62
5		220	0,5	60
6		260	0,4	58
7		320	0,3	55
8		400	0,2	53
9		500	0,1	50

Олинган тадқиқот натижалари асосида шахтада жойлашган дастлабки қиздириш майдончасининг остки қисми дроссель қурилмалари билан таъминланди. Бунда дастлабки қиздириш қурилмаси бутун юза бўйича дроссель

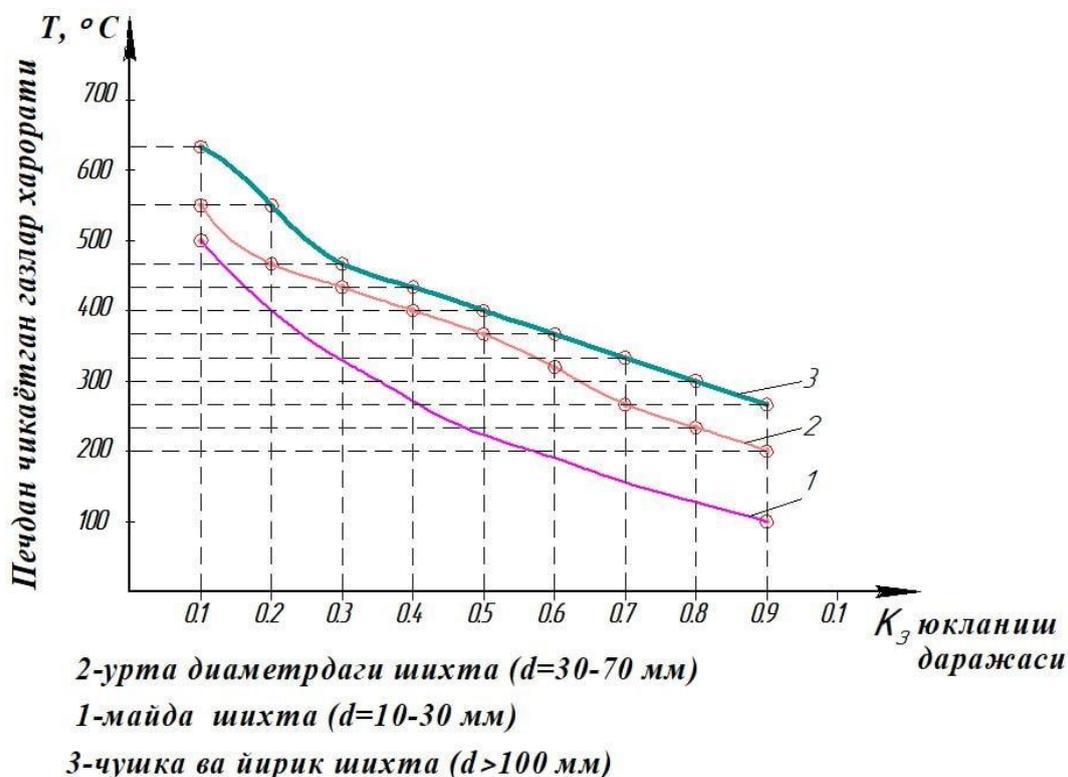
билан бир маромда жойлаштирилди ва унинг шакли махсус клапан кўринишида қилиб тайёрланди (расм 3.5).



Расм 3.5. Шихтани дастлабки қиздириш майдончаси.

Бунда дастлабки қиздириш майдончасида жойлаштирилган шихта клапан тирқишларини тўсиб қўймаслиги муҳим аҳамиятга эга бўлгани учун ва юклаш жараёнида қулайлик бўлиши учун, дроссель миқдори чегаранмаган ҳолда максимал равишда бутун майдонча бўйлаб ўрнатилди.

Шу билан бирга дастлабки юклаш майдончасига жойлаштирилган шихтанинг юкланганлик даражасининг ортиши, ёниш маҳсулотлари оқимининг иссиқлик қабул қилиш юза ва хажмининг ортишига ва натижада газларнинг ҳарорати пасайишига олиб келади.



3-боб бўйича хулосалар

1. Газ печларининг шахтасида жойлашган шихтани дастлабки қиздириш майдончасининг ўлчами шахта диаметрига нисбатан ортиши шихтани қиздириш

учун кетадиган вақтни камайтиришга олиб келади, лекин бу табиий газнинг ёнишдаги тўлиқлик даражасининг камайишига олиб келади.

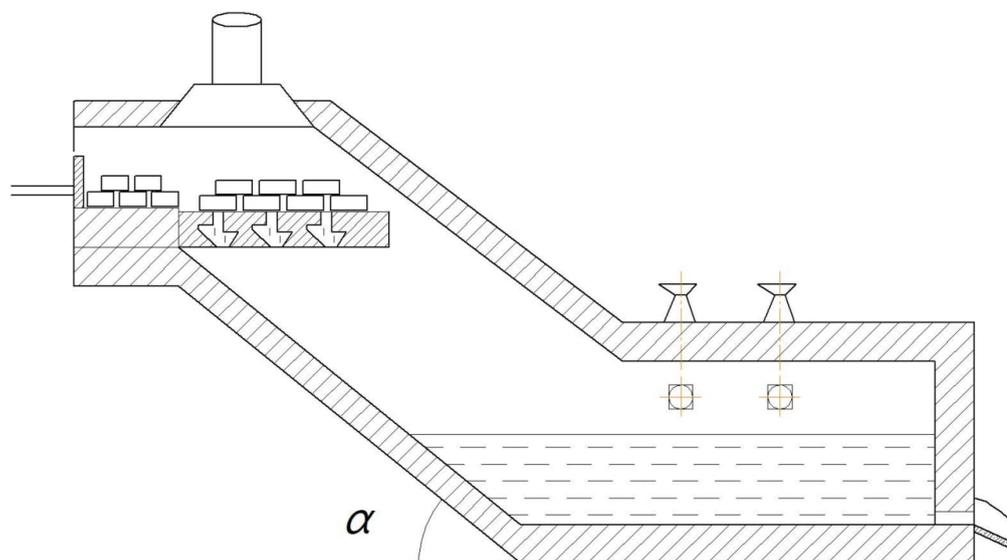
2. Газли печларга юкланаётган шихтанинг ўртача диаметрининг камайиши шихтани қиздириш учун кетадиган вақтни камайишига олиб келиш билан бир қаторда шихтанинг дастлабки қиздириш майдончасидан ёниш маҳсулотларининг ўтиш даражасини камайишига олиб келади.

3. Шихтани дастлабки қиздириш майдончасидаги юкланиш даражасининг ортиши печнинг фойдали иш коэффициентининг ортишига олиб келиш билан бир қаторда тагнинг ёниш даражасининг пасайишига олиб келади.

4. Ёниш маҳсулотларининг шихтани дастлабки қиздириш майдончасидан ўтиш даражасини ошириш учун майдонча конструкциясида клапанли дроссель билан таъминлаш тавсия этилади.

Диссертациянинг **“Газда ишлайдиган алюминий қотишмаларини суюқлантириш печининг конструкциясини такомиллаштириш ва ишлаб чиқариш шароитига жорий қилиш”** деб номланган тўртинчи бобида газда ишлайдиган алюминий қотишмаларини суюқлантириш печларининг конструкциясини такомиллаштириш бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари ва ишлаб чиқарилган конструкцияни ишлаб чиқаришга жорий қилиш натижалари, ҳамда жараёнининг математик модели келтирилган.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида алюминий қотишмаларини суюқлантириш учун қўлланиладиган газ печининг конструкцияси такомиллаштирилиб, юкланаётган шихтанинг ўртача диаметри, газ оқимининг характери, олинаётган қотишманинг қуймакорлик хоссалари ва қўлланилиш соҳасига кўра ресурс тежамкорлигини таъминлайдиган печ конструкцияси ишлаб чиқилди. Печ конструкциясининг схемаси 4.1 -расмда келтирилган. Бунда печ шахтасининг горизонтал ўқга нисбатан оғиш бурчаги $30-40^{\circ}$ қилиб олинди. Шунда шихтанинг йирик ва майда турлари учун универсал ҳолатда ишлатилади деб танлаб олинди. Бунда шихтани дастлабки юклаш майдончасига жойлаштирилган шихтанинг бир меъёрда қиздирилиши ва берилган ҳароратгача қиздиришга мўлжалланган.

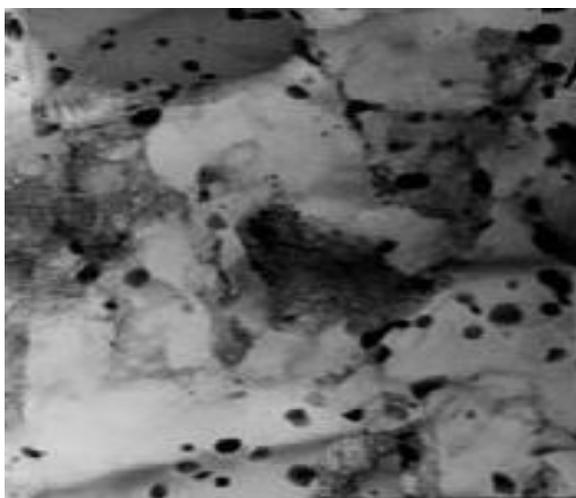


$\alpha=35-40^{\circ}$ - чушка учун (15 кг)

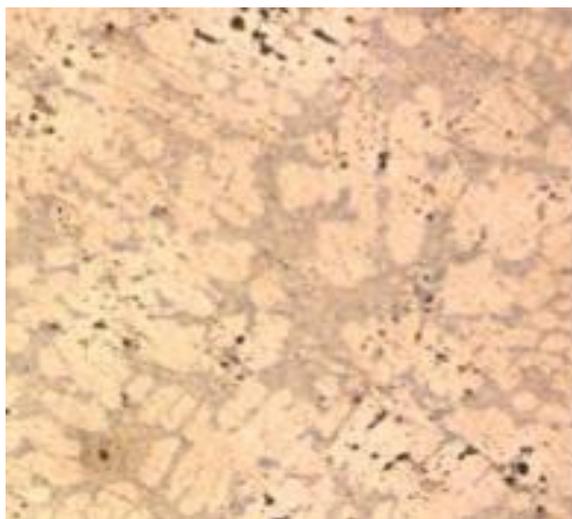
$\alpha=27-35^{\circ}$ - майда шихта учун

**Расм 4.1. Алюминий қотишмаларини суёқлантириш учун шахтаси
такомиллаштирилган газ печи.**

Тадқиқотлар 2018-2021 йиллар давомида олиб борилиб, ҳар бир босқич тадқиқотлари давомида 5-7 тадан намуналар олинди. 4.2-расмда ўртача диаметри 10-30 мм бўлган шихтани дастлабки қиздириш майдончасига юклангандан олинган алюминий қотишмасининг намунасининг структураси келтирилган. Бунда сканерловчи электрон микроскоп ёрдамида намуна структураси таҳлил қилиниб, таркибидаги нометалл ва газ қўшимчаларнинг миқдори шахтанинг горизонтал ўқга нисбатан оғиш бурчаги, дастлабки юклаш майдончасининг шахта диаметрига нисбатан ўлчами, шихтанинг қиздирилиш даражаси аниқлаб борилди. Келтирилган структурадан алюминий қотишмасининг таркибида нометалл қўшимчаларнинг миқдори кўп экани (водород 39-42 см³/100 гр ва алюминий оксиди 7-8% экани аниқланди.



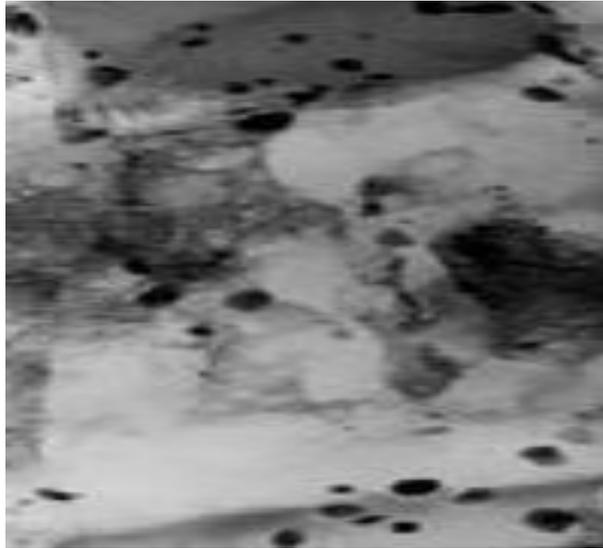
Расм 4.2. Алюминий қотишмасининг шахта оғиш бурчаги 30-40⁰ ва юклаш майдончасининг шахта диаметрига нисбатан 1/2 бўлганидаги структураси.



Phase Area%
Alpha aluminum 49.08
Eutectic 48.90
Pores 2.02

Расм 4.3. Алюминий қотишмасининг шахта оғиш бурчаги 30-40° ва юклаш майдончасининг шахта диаметрига нисбатан 1/2 бўлганидаги қотишма таркиби ва ғовакларнинг миқдори.

Тадқиқот давомида печнинг шахтасидаги дастлабки юклаш майдончасига ўртача диаметри 30-70 мм бўлган шихтани юклаганда тақрибидаги газ ғовакларининг камайгани кузатилди.



Расм 4.4. Юкланаётган шихтанинг ўртача диаметри 30-70 мм бўлганидаги алюминий қотишмасининг структураси.



Phase Area%
Alpha aluminum 40.35
Eutectic 58.61
Pores 1.04

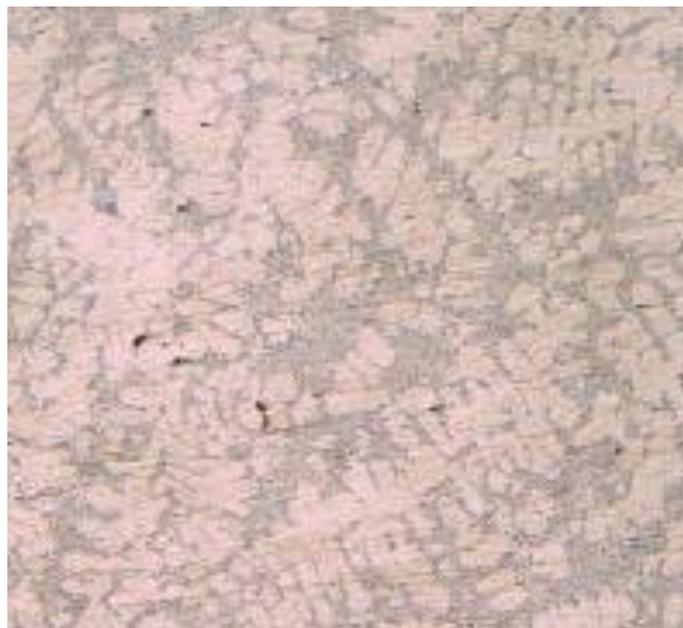
Расм 4.5. Юкланаётган шихтанинг ўртача диаметри 30-70 мм бўлганидаги қотишма таркиби ва ғовакларнинг миқдори

Ушбу тадқиқотлар натижасида такомиллаштирилган технологиянинг самаралик даражасини аниқлаш мақсадида шихтани дастлабки юклаш майдончасига 100 % чушқадан иборат бўлган шихта юкланди. Суюқлантириш натижасида олинган қотишма структуралари 4.10 ва 4.11 расмларда келтирилган.



Phase Area%
Alpha aluminum 61.12
Eutectic 37.82
Pores 1.06

Расм 4.10. Юкланаётган шихтанинг 100 % лик чушқадан иборат бўлганидаги қотишма таркиби ва ғовакларнинг миқдори



Phase Area%
Alpha aluminum 58.73
Eutectic 40.13
Pores 1.14

Расм 4.11. Юкланаётган шихтанинг 100 % лик чушкадан иборат бўлганидаги қотишма таркиби ва ғовакларнинг миқдори

Юкланаётган шихта таркибидаги яхлит чушканинг миқдорини 90% га камайтириб, 10% миқдорида металл парчалари қўшилганида олинган қотишма таркибидаги газ ҳовакларининг миқдори кескин ортди (Расм 4.12).



Phase Area%
Alpha aluminium 37.03
Eutectic 61.08
Pores 1.89

Расм 4.12. Юкланаётган шихтанинг 90 % лик чушкадан ва 10 % металл парчалардан иборат бўлганидаги қотишма таркиби ва ғовакларнинг миқдори

Ишлаб чиқариш шароитида олинган натижалар асосида газли шахта печларининг шахта қисмида шихтани дастлабки қиздириш қурилмасининг шахта диаметрига нисбатан геометрик параметрлари, майдончанинг остидаги дросселларнинг жойлашиш схемаси, юкланаётган шихтанинг ўртача диаметрининг қийматлари ва шахтанинг горизонтал ўқга нисбатан оғиш бурчаклари такомиллаштирилди.

4-боб бўйича хулосалар

1. Алюминий қотишмаларини суёқлантириш печига юклашдан олдин унинг таркибидаги нометалл қўшимчалардан тозалаш учун ва печнинг фойдали иш коэффициентини ошириш учун шихтани дастлабки қиздириш майдончасида ушлаб туриш самара бериши аниқланди.

2. Алюминий қотишмасини дастлабки қиздириш майдончасининг устида жойлаштирилган шихтанинг ўртача диаметри 30-70 мм бўлиши иссиқлик узатиш коэффициентини ортишига олаб келади.

3. Алюминий қотишмаси таркибидаги водороднинг ортиши қотишманинг оқувчанлик хоссасининг ортишига олиб келади.

4. Алюминий қотишмаси таркибидаги оксидларнинг ортиши қотишманинг оқувчанлик хоссасининг камайишига олиб келади.

ХУЛОСА

“Газли печларда алюминий қотишмаларини эритиш технологиясини ишлаб чиқиш” мавзусидаги техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари қуйидагилардан иборат:

1. Алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантиришнинг технологияси печ шахтасидан ўтаётган ёниш маҳсулотлари ҳаракатланиш динамикаси асосида ишлаб чиқилди. Бу алюминий қотишмаларини газ печларида суюқлантиришда табиий газ ёниш маҳсулотларининг иссиқлигидан кенг фойдаланиш имконини беради.

2. Алюминий қотишмаларини печга юклашдан олдин дастлабки қиздириш технологияси шихта материаллари ўртача диаметрининг иссиқлик алмашнув жараёнига таъсири асосида ишлаб чиқилди. Бу шихта материалларини газли печга юклашда шихтанинг оптимал ўлчамларини танлашга хизмат қилади.

3. Алюминий қотишмаларини қиздириш камерасида ва дастлабки қиздириш майдончасида ушлаб туриш технологияси шихта ашёсининг ҳароратга боғлиқ равишда иссиқлик ўтказувчанлик хоссасининг ўзгариши асосида ишлаб чиқилган. Бу газли печларнинг ванна ва шахта қисмларининг геометрик параметрларини аниқлаш учун хизмат қилади.

4. Шихтани дастлабки қиздириш камерасининг конструкцияси газларнинг ҳаракатланишидаги турбулентлик ҳосил қилиш шартлари асосида ишлаб чиқилганг. Бу шахтадан ўтаётган ёниш маҳсулотларининг ҳароратидан фойдаланишда иссиқлик узатишни самарасини ошириш учун хизмат қилади.

5. Шихтани дастлабки қиздириш майдончасининг геометрик параметрлари газнинг ёнишидаги ҳосил бўладиган кимёвий бирикмаларнинг нисбатлари асосида ишлаб чиқилган. Бу ёниш маҳсулотларининг алюминий қотишмасига салбий таъсирини камайтириш имконини беради.

6. Газли печнинг алюминий қотишмаларини суюқлантириш учун самарали конструкцияси ишлаб чиқилди. Бу газли печлардан фойдаланида энергия тежамкорлигини 6-7 % га ошириш имконини беради.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 03/30.12.2019.Т.03.04
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КАМАЛОВ ЖАМАЛИДДИН САЙФИТДИНОВИЧ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В
ГАЗОВЫХ ПЕЧАХ**

05.02.01 –Материаловедение в машиностроении. Литейное производство. Термическая обработка и обработка металлов давлением. Металлургия чёрных, цветных и редких металлов. Технология уникальных, редких и радиоактивных элементов (по направлению литейного производства и технологии обработки металлов)

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ
НАУКАМ**

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2021.2.PhD/T

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета по адресу (www.tdtu.uz) и информационно-образовательном портале «Ziyonet» по адресу (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Тураходжаев Нодир Джахонгирович
доктор технических наук, профессор

**Официальные
оппоненты:**

Нурмуродов Салохиддин Дустмуродович
доктор технических наук, профессор

Атажанов Гапур Латибович
кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится « » 2022 г. в часов на заседании Научного совета DSc.03/30.12.2019.T.03.04 при Ташкентском государственном техническом университете. (Адрес: 100095, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, 2. Тел./факс:(99871) 227-10-32, ye-mail: (tadqiqotchxi@tdtu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (зарегистрирована за №) (Адрес: 100095, г. Ташкент, Алмазарский район, ул. Университетская, 2. Тел./факс: (99871) 227-10-32).

Автореферат диссертации разослан « » 2022 года.
(реестр протокол рассылки № от « » 2022 года).

К.А.Каримов

Председатель научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, профессор

Ш.Б.Ташбулатов

Учёный секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней,
доктор философии по техническим наукам

Н.С.Дуняшин

Председатель Научного семинара при научном
совете по присуждению учёных степеней,
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире на сегодняшний день разработка технологий по ресурсо-и энергосбережению при плавке алюминиевых сплавов приобретает особую важность. Ресурсосбережение сплавов при плавке алюминиевых сплавов имеет особую значимость в виду особенностей теплообменных процессов, при которых происходят насыщение сплавов газовыми и неметаллическими включениями. В связи с этим разработка защитных флюсов для снижения газовых и других неметаллических включений, оптимизация процесса плавки и повышение качества получаемых отливок из алюминиевых сплавов является одной из важных задач современности. В этом направлении во многих развитых странах, включая США, Канаду, Германию, Францию, Корею, Японию, Россию, Украину и Китай уделяется особое внимание снижению газовых и других неметаллических включений в расплаве из алюминиевых сплавов.

Во всем мире проводятся целевые научно-исследовательские работы по созданию новых и усовершенствованию существующих технологий плавки алюминиевых сплавов, разработка новых более эффективных составов защитного флюса, применяемых при плавке, разработке технологии введения защитных флюсов для плавки алюминиевых сплавов. В странах СНГ, в том числе России, Украине и Узбекистане разрабатывают новые технологии для повышения качества расплавов получаемых при плавке алюминиевых сплавов. В этом направлении приобретает особое значение проведение научных исследований по разработке новых составов защитных флюсов, позволяющих предотвратить окисление алюминия кислородом и насыщения расплава газовыми включениями.

В Республике Узбекистан ведутся исследовательские работы по усовершенствованию технологий плавки алюминиевых сплавов, а также составов защитных флюсов для плавки алюминиевых сплавов, позволяющих повысить качество расплава при плавке. Кроме этого проводятся объемные исследования как повышение эффективности ведения плавки, так и применение новых защитных материалов и конструкций для обеспечения этих технологий. Ввиду этого, необходимо повысить приоритет проводимых научно-исследовательских работ по разработке эффективных составов защитных флюсов, повышению эффективности применения флюсов при плавке широко применяемых в производстве алюминиевого сплава.

В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан в 2017-2021 годах определены задачи, включая «... укрепление макроэкономической стабильности и сохранение высоких темпов роста экономики, повышение ее конкурентоспособности, ... сокращение энергоемкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство ресурсо-и энергосберегающих технологий»¹. Для выполнения данных задач, в частности для обеспечения качества расплава при плавке алюминиевых сплавов, первоначально важной задачей считается разработка новых составов защитных флюсов и технологии введения плавки с применением этого флюса. Данное

¹ №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».

диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлениях № ПП-2698 от 26 декабря 2016 года «О мерах по дальнейшей реализации перспективных проектов локализации производства готовых видов продукции, комплектующих изделий и материалов на 2017-2019 годы», № ПП-3117 от 7 июля 2017 года «О мерах по дальнейшему развитию научно-технической базы в сфере сельскохозяйственного машиностроения», № ПП-3682 от 27 апреля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы практического внедрения инновационных идей, технологий и проектов», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы.

Ведущие мировые ученые разработали технологии по совершенствованию конструкции печей для использования природного газа при плавке алюминиевых сплавов, по снижению температуры продуктов сгорания, выбрасываемых в окружающую среду, по улучшению качества алюминиевых сплавов.

Американским ученым У.Струк и Э.Хьюмену удалось снизить содержание газовых включений на 10-12 % за счет предотвращения проникновения продуктов сгорания в сплав путем разделения ванны газовых печей на две части, используемых для плавки алюминия,. Британские металлурги предложили технологию размещения газовых и воздушных труб в шахте для повышения эффективности газовой печи. Внедрение данной технологии позволило повысить КПД печи на 7-8%.

Ученые стран СНГ В. А. Грачев, В. А. Моргунов разработали шахтную нагревательную печь для повышения эффективности газовых печей. А.П. Андреев и Н.С.Гогин усовершенствовали конструкцию газовых печей, обеспечив ламинарность потока, образующегося на поверхности жидкометаллической ванны, за счет размещения в ванной части печи несоосных противоположных газовых горелок. В результате скорость поглощения водорода и кислорода алюминиевым сплавом снижается на 14-16%.

Узбекским ученым Шазимову А.О. и Тураходжаеву Н.Д. удалось повысить КПД газовых алюминиевоплавильных печей 7-8% за счет применения конструкции огнеупорной перегородки в ванне печи. Для повышения пластичности сплава профессор Ф.С.Абдуллаев разработал технологию модификации сплава в газовых печах для плавки алюминия . В результате пластичность алюминиевого сплава повышается на 6-8%.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения или научно-исследовательскими институтами, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета в рамках проектов

№12/2012 «Разработка технологии повышения качества продукции при плавке алюминиевых сплавов в газовых печах» (2012-2014 гг.), №2С «Разработка технологии снижения газовых и неметаллических примесей при плавке алюминиевых сплавов в газовых печах» (2017-2018 гг.), «Разработка ресурсосберегающих технологии плавки алюминия и его сплавов» (2018-2019 гг.).

Цель исследования заключается в разработке технологии повышения энергоэффективности при плавке алюминиевых сплавов в газовых печах.

Задачи исследования:

Разработка технологии плавки алюминиевых сплавов в газовых печах на основе изменения динамики движения в печи продуктов горения;

разработка технологии загрузки алюминиевых сплавов в печь на основе изменения влияния среднего диаметра шихтового материала на процесс теплообмена;

определение степени температурной зависимости теплопроводности шихтового материала;

анализ условий образования турбулентности при движении продуктов горения внутри газовой печи;

разработка геометрических параметров площадки предварительного нагрева шихты, на основе соотношений химических соединений образующихся при сгорании природного газа.

Объектом исследования являются алюминиевые сплавы марки АК7 и ADS 12.

Предметом исследования является процесс насыщения алюминиевых сплавов газовыми и оксидными включениями при нагреве и плавке в газовых печах.

Методы исследований. При изучении количественных показателей получаемого сплава использовались аналитические методы определения количественных показателей окисных и газовых включений методом экстракции, анализ сплава проводился с помощью оптической спектроскопии марки UV-VIS-NIR; микроструктура сплава изучалась с помощью сканирующего электронного микроскопа марки SEM-EDX на основе проходимости лучей; механические свойства и структура сплава изучалась с помощью диффрактометра Empyrean Malvern Panalytical, для определения газовой пористости применялась шкала пористости, лабораторные испытания химического состава проводились с применением комплексного сканирующего электронного микроскопа (Carl Zeiss EVO-MA-10).

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана технология плавки алюминиевых сплавов в газовых печах на основе динамики движения продуктов сгорания, проходящих через шахту печи;

на основе влияния среднего диаметра шихтовых материалов на процесс теплообмена разработана технология предварительного нагрева алюминиевых сплавов перед загрузкой в печь,;

разработана технология выдержки алюминиевых сплавов в камере перегрева и на площадке предварительного нагрева на основе изменения теплопроводных свойств шихтового материала в зависимости от температуры;

на основе создания турбулентности движения газов разработана конструкция камеры предварительного нагрева шихты;

на основе соотношений химических соединений образующихся при горении газа, разработаны геометрические параметры площадки предварительного нагрева шихты.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

использование предварительно разогретой шихты на сборной нагревательной площадке при плавке алюминиевых сплавов, позволило повысить эффективность производства на 6-8%;

применение разработанной конструкции газовой печи для плавки алюминия позволило увеличить полное сгорание природного газа на 5-6%;

разработанная конструкция печи для плавки алюминиевого сплава, за счет предварительного нагрева шихты позволила снизить ресурсные потери на 6-7%.

Достоверность результатов исследования основывается на данных статистической обработки результатов экспериментных исследований, все полученные лабораторные технологические параметры в процессе проведения экспериментов и полупромышленных испытаний производились с помощью аттестованных измерительных приборов и оборудования, применением современных методов и устройств для изучения результатов исследовательских работ (оптическая спектроскопия UV-VIS-NIR, диффрактометр Empyrean Malvern Panalytical, сканирующий электронный микроскоп Carl Zeiss EVO-MA-10).

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке механизма насыщения сплава газовыми и оксидными включениями путем научного обоснования химико-физических процессов, происходящих при плавке алюминиевых сплавов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в экономической эффективности плавки алюминиевых сплавов в результате усовершенствования энергоэффективной конструкции газовых печей и внедрения их в производство.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных результатов по разработке состава флюса для плавки алюминиевых сплавов разработаны и внедрены в производство:

- технология плавки алюминиевых сплавов в газовых печах внедрена на «Дальварзинском ремонтном заводе» (справка АО «Узагросервис» от 19 декабря 2021 года № 09-03/03-1737). В результате внедрения количество теплотерь в ванной части печи уменьшилось на 15-20%;

- технология предварительного нагрева шихты перед загрузкой в печь внедрена на «Дальварзинском ремонтном заводе» (справка АО «Узагросервис» от 19.12.2021 №№09-03/03-1737). В результате внедрения расход природного газа, используемого для плавки алюминиевого сплава, сократился на 6-7%;

- технология выдержки алюминиевого сплава в камере перегрева внедрена на «Дальварзинском ремонтном заводе» (референт АО «Узагросервис» от 19.12.2021 №09-03/03-1737). В результате внедрения потребление энергии сократилось на 8-10%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования диссертации были обсуждены на 15 научно-практических конференциях, в том числе на 10 международных и 5 республиканских конференциях и симпозиумах.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 38 научных работ, в том числе 3 статьи в зарубежных журналах, 7 статей в журналах, рекомендованных опубликованию основных научных результатов докторских диссертаций ВАК Республики Узбекистан (республиканские журналы).

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновывается актуальность и востребованность проведенного исследования, уего цель и задачи, характеризуются уего объект и предмет, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, излагаются научная новизна и практическая значимость полученных результатов, даются сведения о опубликованных работах по результатам исследования и структуре диссертации.

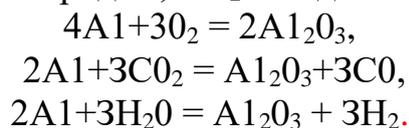
В первой главе диссертации В первой главе под названием «Анализ исследований по совершенствованию процесса плавки алюминиевых сплавов» рассматриваются работы по совершенствованию конструкции газовых печей, применяемых для плавки алюминиевых сплавов, а также анализируется современное состояние проблем промышленного использования алюминиевых сплавов.

Зарубежными и отечественными учеными приводятся специальные свойства электрических и газовых печей, применяемых при плавке алюминиевых сплавов,. Известно, что при плавке алюминиевых сплавов на поверхности жидкости образуется оксидный слой. Количество оксидного слоя и газонасыщенность сплава взаимосвязаны, а это означает, что чем больше оксидного слоя в растворе, тем выше уего газонасыщенность.

Также по технологии плавки алюминиевых сплавы имеет малую плотность (2,7 т/м³) и относительно низкую температуру плавления (658°С), а также высокую теплоемкость и скрытые теплофизические свойства. Энтальпия жидкого алюминия при 700°С сравнима с энтальпией чугуна при 1250°С (950 и 1050 кДж/кг соответственно).

Электрическое сопротивление алюминиевого сплава равна 0,24-10~6Ом·м·м, что примерно в 6 раз ниже, чем у стального сплава. Поэтому при плавке алюминиевых сплавов в индукционных печах приводит снижению электрического КПД. В зависимости от состава газовой фазы печи алюминий

может вступать в реакцию с кислородом, CO_2 и водяным паром:



Оксидная пленка Al_2O_3 , образующаяся на поверхности металла, в последствии защищает его от воздействия газовой фазы, однако вызывает изменение защитных свойств оксидной пленки под влиянием различных материалов используемых при плавке. В частности, калий, натрий и другие щелочные и щелочно-земельные металлы, а также цинк, гексахлорэтан (C_2Cl_6), фториды бора и кремния повышают газопроницаемость оксидной пленки и наоборот, бор, фтор и газообразные фториды снижают газопроницаемость оксидной пленки.

Алюминий окисляется под действием паров воды и приводит к образованию в растворе легко растворимого водорода. На практике количество водорода в нагретых алюминиевых сплавах может достигать 3 см^3 на 100 г металла. В процессе кристаллизации растворимость водорода снижается в 10 раз, что приводит к образованию газовых карманов и пористости. Это особенно заметно в газовых печах, поскольку они связаны с атмосферой печи используемой для плавки алюминиевого сплава,

Видно, что проблема совершенствования конструкции газовой печи и разработка технологии плавки алюминиевых сплавов, рассматриваемая в диссертации, изучена недостаточно.

Во второй главе диссертации "Выбор объекта и разработка методики исследования" приведены выбор объекта исследования, основные физические и химические свойства используемых материалов, а также представлены сведения по использованию методики физико-и физико-кислотически и физико-кислотически и физико-кислотически и физико-кислотически и физико-кислотически методики -механика -спектроскопия, электронная микроскопия, гранулометрический анализ).

Для осуществления микроанализа изображений, полученных в ходе научно-исследовательской работы, использовали грунтованный сканирующий электронный микроскоп на зонде (SEM-EDX) в комплекте с Системой микроанализа и Напылительной установкой. Поэлементное картирование по поверхности образца и элементный анализ вдоль линий с построением графиков концентрации. Качественный элементный анализ (автоматический и ручной).

Эффективность метода - полная оптическая спектроскопия (поглощение, пропускание, отражение, кинетика, цвет) широчайшая область применения оптического анализа, большое разнообразие материалов - твердые, пленки, жидкие, газометрим-шимоир, композиционные (японские). Спектральный диапазон ОТ 185 ДО 3300 NM ОБЕСПЕЧЕНИЕ УФ-ЗОНД 2,00 (Windows-7 Prof / Vista Business) Самые Низкие V Mire Urovni Шумов Пулу Обеспечиван Повесхивуан Повесхивуан 0.00003 (~ MKG / л) диапазон максимальных концентраций.

В третьей главе, озаглавленной «Совершенствование конструкции печей для плавки алюминиевых сплавов в газовых печах», представлены результаты

исследований по совершенствованию конструкции печи, используемых для плавки алюминиевых сплавов.

На основе принципа работы газовой-отражательной печи, применяемой при плавке алюминиевых сплавов, проанализируем процесс теплообмена в ней (рис. 3.1). После того как шихта (13), нагруженная на предварительное загрузочное устройство шахты (9) нагревается до заданной температуры, с помощью толкателя (8) загружают в печь. При этом образовавшиеся продукты горения, с помощью газовой горелки (2), поднимаются вверх по шахте (7) и нагревают шихту размещенную на площадке за счет теплопередачи.

Однако именно в этой площадке предварительного нагрева (10) и в верхней части шахты печи (7) образуется большая турбулентность, которая препятствует движению газового потока и приводит к скоплению продуктов сгорания.

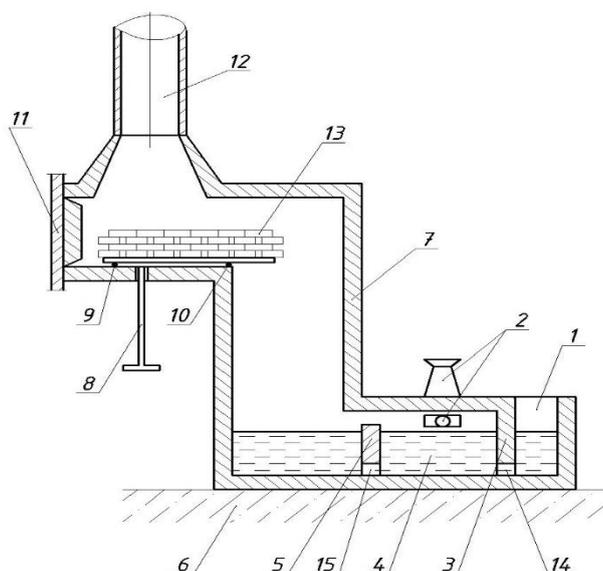


Рисунок 3.1 Экспериментальная газовая шахтно-отражательная печь.

1- проботборная камера; 2- газовые горелки; 3,5 -огнеупорная перегородка; 4- камера перегрева; 6- под печи; 7- шахта печи; 8- загрузочное устройство; 9-площадка предварительного нагрева шихты; 10-шарнирный механизм; 11-дверца загрузки шихты; 12- выхлопная труба; 13-загружаемая шихта ; 14,15- переходные каналы.

При этом движение воздушного потока определялось экспериментально по входящей в шахту части площадки предварительной загрузки, степени загрузки шихтой площадки предварительной загрузки и соответствие величины угла между верхней частью свода. (таблица 3.1). Предварительные исследования проводились в расположении боковых стенок шахты относительно горизонтальной оси 90° , при этом определялось время и расход газа на площадке первичной загрузки шихты до 300°C .

Таблица 3.1.

№	Производительность печи, кг/ч	Отношение входящей в шахту части площадки предварительной загрузки печи к величине диаметра	Количество газа, используемого для получения 1 т сплава, м^3	Время прогрева шихты до 300°C на площадке предварительной загрузки, мин

		шахты, К		
1	150	1/2	51-53	38-40
2		1/3	52-55	38-42
3		1/4	58-59	41-45
4		1/6	60-62	44-48
5		1/10	62-63	48-50
1	250	1/2	50-52	34-36
2		1/3	53-55	37-39
3		1/4	56-58	40-42
4		1/6	58-59	40-44
5		1/10	60-62	42-45
1	500	1/2	44-46	30-32
2		1/3	47-49	33-35
3		1/4	50-52	34-36
4		1/6	53-55	37-39
5		1/10	55-56	38-40
1	750	1/2	40-42	28-30
2		1/3	46-47	32-35
3		1/4	48-50	33-34
4		1/6	50-52	34-36
5		1/10	52-54	36-38
1	1000	1/2	35-37	20-22
2		1/3	38-40	24-25
3		1/4	40-44	27-28
4		1/6	46-48	32-34
5		1/10	50-52	34-35

На основании этих данных можно сделать вывод, что по мере увеличения производительности, количество потребляемого природного газа на тонну алюминиевого сплава уменьшается. В то же время при нагреве шихты в камере предварительного нагрева до 300°C в части соединения свода и стенок шахты, находящегося под углом 90° к горизонтальной оси образовавшаяся турбулентность препятствует выходу продуктов сгорания из печи. Это, в свою очередь, препятствует полному сгоранию газов и приводит к увеличению расхода газа.

Средний диаметр шихты, помещенного в площадку предварительной загрузки, принимали равным от 10 до 30 мм, от 30 до 70 мм и более 100 мм. Задача состояла в том, чтобы определить степень зависимости между диаметром шихты и температурой продуктов сгорания, выходящих из печи. Вначале на площадку предварительной загрузки загружалась мелкая шихта со средним диаметром от 10 мм до 30 мм. Результаты исследования представлены в таблице 3.19.

Таблица 3.2

т/р	Средний диаметр нагружаемой шихты, мм	Температура продуктов горения на выходе из печи, °С	Степень загрузки шихты на площадке, %	КПД печи, %

1	10-30	100	0,9	70
2		140	0,8	67
3		170	0,7	65
4		200	0,6	62
5		220	0,5	60
6		260	0,4	58
7		320	0,3	55
8		400	0,2	53
9		500	0,1	50

По результатам исследования нижняя часть площадки предварительного нагрева, расположенная в шахте, была снабжена дроссельными устройствами. При этом в предварительном нагревательном устройстве дроссели расположены равномерно по всей поверхности, а его форма изготовлена в виде специального клапана (рис. 3.2).

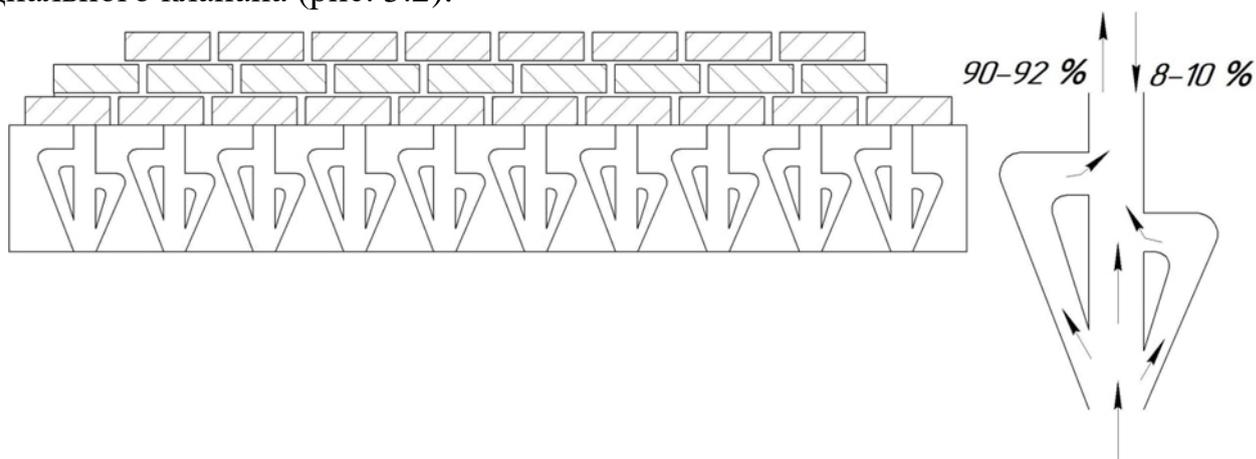


Рисунок 3.2. Площадка предварительного нагрева шихты.

При этом было важно, чтобы шихта, помещенная на площадку предварительного нагрева, не перекрывал клапанные отверстия, а для удобства процесса загрузки количество дросселей устанавливалось по всей площадке максимально.

В то же время увеличение степени загруженности шихты размещенного на площадке предварительной загрузки, приводит к увеличению теплопоглощающей поверхности и объема потока продуктов сгорания и, как следствие, снижению температуры газов.

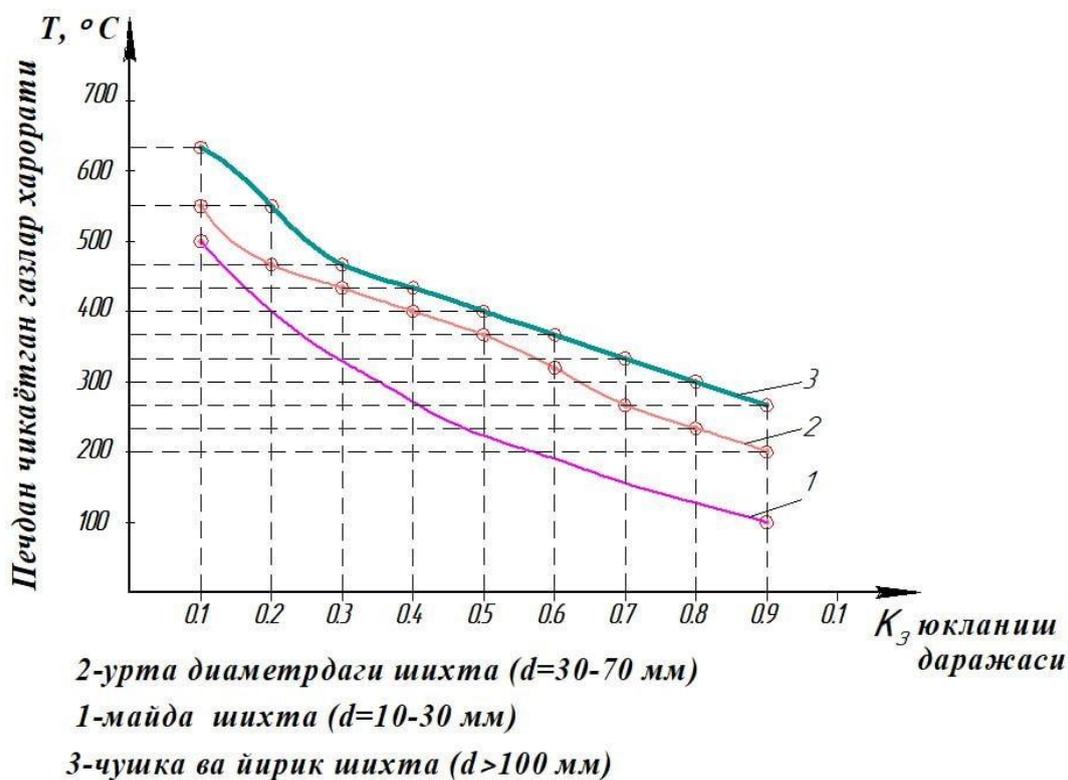


Рисунок 3.3. Площадка предварительного нагрева шихты.

Выводы по главе 3

1. Увеличение размера площадки предварительного нагрева шихты, находящейся в шахте газовых печей, относительно диаметра шахты, уменьшит время необходимое для нагрева шихты, но это приведет к уменьшению степени полноты сгорания природного газа.

2. Уменьшение среднего диаметра шихты, загружаемой в газовые печи, приводит к сокращению времени, необходимого для нагрева шихты, а также уменьшению степени прохождения продуктов горения через площадку предварительного нагрева шихты.

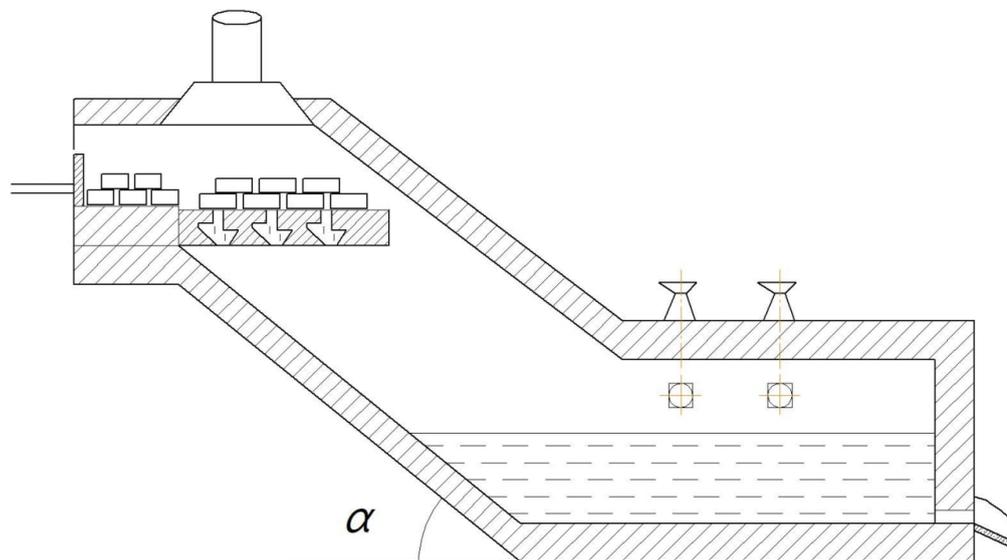
3. Увеличение степени загрузки площадки предварительного нагрева шихты приводит к увеличению КПД печи, а также снижению степени угара.

4. Для увеличения степени прохождения продуктов сгорания через площадку предварительного нагрева шихты в конструкции площадки рекомендуется предусмотреть клапанный дроссель.

В четвёртой главе диссертации “Разработка конструкции газовой алюминиевоплавильной печи для плавки алюминиевых сплавов и внедрение в производственные условия” приведены результаты исследований по усовершенствованию конструкции газовой алюминиевоплавильной печи и результаты внедрения в производство, а также математическая модель процесса.

По результатам проведённых исследований была усовершенствована конструкция газовой алюминиевоплавильной печи, в частности конструкция ресурсосберегающей печи на основе среднего диаметра загружаемой шихты, характера движения газов, литейных свойств получаемых отливок и области

применения получаемых изделий. Схема конструкции печи приведена на рисунке 4.1. Здесь угол наклона от горизонтальной плоскости выбран в пределах $30-40^\circ$. В этом случае он является универсальным для крупной и мелкой шихты. Здесь расчет на равномерный нагрев до заданной температуры на площадке предварительной загрузки шихты.



$\alpha=35-40^\circ$ - чушка учун (15 кг)
 $\alpha=27-35^\circ$ - майда шихта учун

Рис 4.1. Усовершенствованная конструкция шахты газовой алюминиевоплавильной печи.

Исследования проводились в период 2018-2021 года с получением по 5-7 образцов из каждой плавки. На рисунке 4.2 приведены структура по результатам исследования при загрузке шихты со средним диаметром 10-30 мм. Здесь был проведен анализ на сканирующем электронном микроскопе, с изучением содержания неметаллических и газовых включений в зависимости от угла наклона шахты, соотношения диаметра площадки предварительной загрузки шихты к диаметру шахты, температуры нагрева шихты. По приведённой структуре видно, что содержание неметаллических включений в алюминиевом сплаве высокое (водород $39-42 \text{ см}^3/100 \text{ гр}$ и оксид алюминия 7-8%).

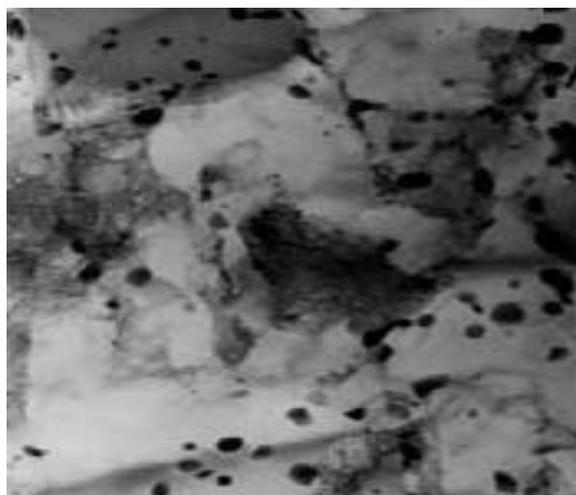
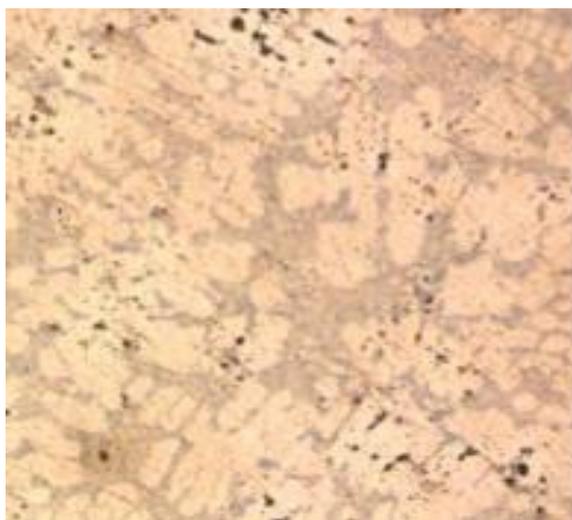


Рис 4.2. Структура алюминиевого сплава при угле наклона шахты 30-40° и соотношении диаметра предварительной загрузки шихты к диаметру шахты равной 1/2.



Phase Area%
Alpha aluminum 49.08
Eutectic 48.90
Pores 2.02

Рис 4.3. Содержание сплава и газовые поры алюминиевого сплава при угле наклона шахты 30-40° и соотношении диаметра предварительной загрузки шихты к диаметру шахты равной 1/2.

В процессе исследований выяснилось, что при загрузке шихты со средним диаметром 30-70 мм на площадку предварительной загрузки шихты наблюдается снижение содержания в сплаве газовых включений.

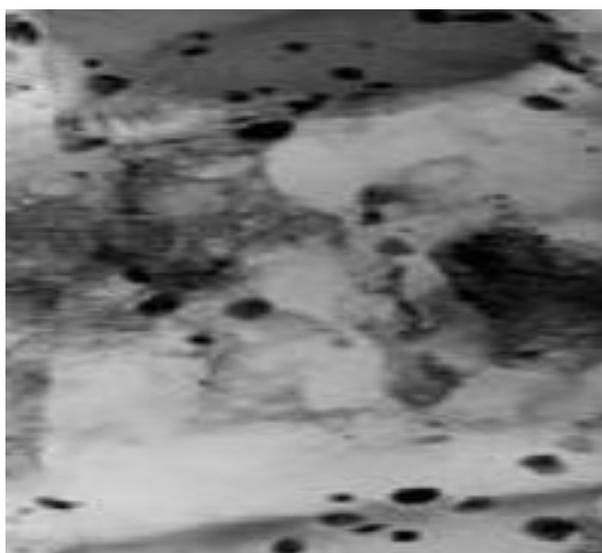
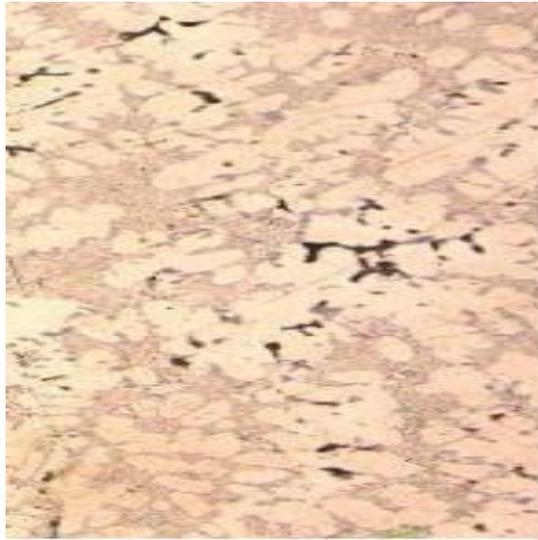


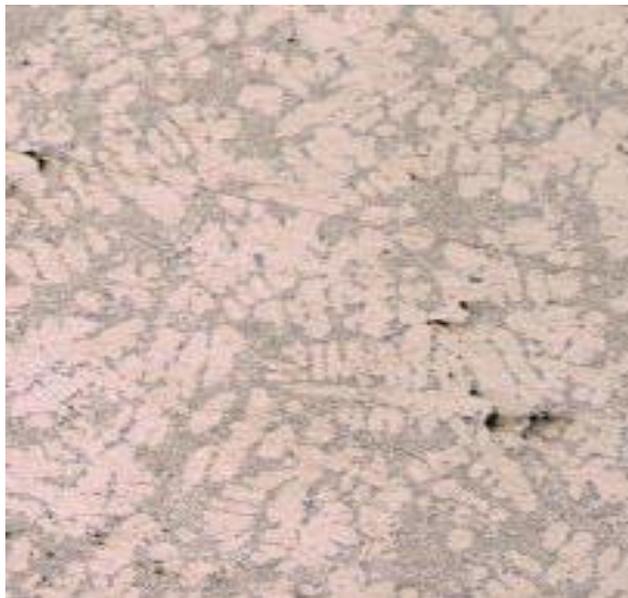
Рис 4.4. Структура сплава при загрузке шихты со средним диаметром 30-70 мм.



Phase Area%
Alpha aluminum 40.35
Eutectic 58.61
Pores 1.04

Рис 4.5. Содержание газовых включений при загрузке шихты со средним диаметром 30-70 мм .

Для определения эффективности усовершенствованной технологии на площадку предварительной загрузки вводили шихту из 100 % чушки. Структура сплава приведена на рисунках 4.6 и 4.7.



Phase Area%
Alpha aluminum 61.12
Eutectic 37.82
Pores 1.06

Рис 4.6. Состав и газовые включения в сплаве при загрузке 100 % ной чушки.



Phase Area%
Alpha aluminum 58.73
Eutectic 40.13
Pores 1.14

Рис 4.7. Состав и газовые включения в сплаве при загрузке 100 % ной чушки.

Содержание целостной чушки снизили до 90%, а 10% мелкая шихта, что привело к значительному повышению газовых включений (Рис 4.8).



Phase Area%
Alpha aluminium 37.03
Eutectic 61.08
Pores 1.89

Рис 4.8. Состав и газовые включения в сплаве при загрузке 90 % ной чушки и 10 % мелкого лома.

По результатам исследований, проведённых в производственных условиях, усовершенствованы параметры площадки предварительного нагрева шихты по отношению к диаметру шахты, схема расположения дросселя на площадке, значения среднего диаметра загружаемой шихты и угол наклона шахты по отношению к горизонтальной оси.

Выводы по 4-й главе

1. Установлена эффективность выдерживание шихты в площадке предварительного нагрева для повышение КПД печи и очистки алюминиевых сплавов от неметаллических включений перед загрузкой алюминиевых сплавов в плавильную печь

2. Средний диаметр шихты алюминиевого сплава 30-70мм помещенного на площадку предварительного нагрева, приводит к увеличению коэффициента теплопередачи

3. Увеличение содержания водорода в алюминиевом сплаве приводит к увеличению жидкотекучести сплава.

4. Увеличение оксидов в алюминиевом сплаве приводит к снижению жидкотекучести сплава.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по диссертационной работе доктора философии (PhD) на тему «Разработка технологии плавки алюминиевых сплавов в газовых печах» сформулированы следующие выводы:

1. Технология плавки алюминиевых сплавов в газовых печах разработана на основе динамики движения продуктов сгорания, проходящих через шахту печи. Это позволяет широко использовать теплоту продуктов сгорания природного газа при плавке алюминиевых сплавов в газовых печах.

2. Разработана технология предварительного нагрева шихты перед загрузкой алюминиевых сплавов в печь, с учетом влияния среднего диаметра шихтовых материалов на процесс теплообмена. Это служит для выбора оптимального размера шихты при загрузке шихтовых материалов в газовую печь.

3. Разработана технология выдержки алюминиевых сплавов в камере перегрева и на площадке предварительного нагрева на основе изменения теплопроводных свойств шихтового материала в зависимости от температуры. Это служит для определения геометрических параметров ванны и шахтной части газовых печей.

4. Конструкция камеры предварительного нагрева шихты основана на условиях турбулентности при движении газов. Это служит повышению эффективности теплопередачи при использовании температуры продуктов горения, проходящих через шахту.

5. Геометрические параметры площадки предварительного нагрева шихты разработаны на основе соотношений химических соединений, образующихся при сгорании газа. Это позволяет снизить негативное воздействие продуктов горения на алюминиевый сплав.

6. Разработана рациональная конструкция газовой печи для плавки алюминиевых сплавов. Это позволяет увеличить энергосбережение на 6-7% при использовании газовых печей.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.12.2019.T.03.04. ON THE ADMISSION
OF SCIENTIFIC AT THE TASHKENT STATE TECHNICAL
UNIVERSITY**

TURIN POLYTECHNIC UNIVERSITY IN TASHKENT

KAMALOV JAMALIDDIN SAYFITDINOVICH

Development of Tecxnology for Melting Aluminum Alloys in gas Furnaces

**05.02.01 - Material Science in Mecxanical Engineering. Foundry. Xeat
treatment and treatment of metals by pressure. Metallurgy of ferrous, non-
ferrous and rare metals**

**ABSTRACT OF DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
IN TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent 2022

The theme of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan for B2021.2.PhD/T

The dissertation was completed at Turin Polytechnic University in Tashkent.

The abstract of the dissertation in two languages (Uzbek, Russian and English (summary)) is available on the web page (www.tdtu.uz) and the information and educational portal “Ziyonet” (www.ziyonet.uz).

Scientific adviser: **Turakhodjaev Nodir Djakhongirovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Official opponents: **Nurmurodov Salokhiddin Dustmurodovich**
Doctor of Technical Sciences, Professor

Atajanov Gapur Latibovich
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Leading organization: **Ferghana Polytechnical Institute**

The defense of the dissertation consists of « » 2022 at hours at a meeting of the Scientific Council .No DSc.03/12.2019.T.03.04. under the Tashkent State Technical University (Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya St., 2. Tel./fax: (99871) 227-10-32, e-mail: tadqiqotchi@tdtu.uz)

The dissertation can be found in the Information Resource Center of Tashkent State Technical University (registered for № (Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya St., 2. Tel. / Fax: (99871) 227-10-32)

The abstract of the dissertation is distributed on « » in 2022
(mailing report № on « » in 2022)

K.A. Karimov
Chairman of the Award Scientific Council
accounting degrees, doctor of technical sciences, professor

Sh.B.Tashbulatov
Scientific Secretary of the Scientific Council for Award
accounting degrees, doctor of pfilosofi technical sciences

N.S.Dunyashin
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council
by award of accounting degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the study: consists in the development of flux compositions for melting aluminum alloys to reduce the content of gas inclusions in the resulting melt.

The object of study are aluminum alloys of grades AK7 and ADS12.

Research Methods. To study the structural and phase transformations during the combined XTO, we used a MIM-8M, Neofot-21 metallographic microscope with an increase from 100 to 800X. The value of austenitic grain was determined according to GOST 5639-82. X-ray diffraction analysis was performed on a Dron 3.0-Dron-3M installation. The hardness of the samples and the tool was determined on hardness testers TK-2, microhardness on PMT - 3.

The scientific novelty of the study is as follows:

- The technology of liquefaction of aluminum alloys in gas furnaces was developed on the basis of the dynamics of movement of combustion products passing through the furnace shaft;

- the initial heating technology before loading the aluminum alloys into the furnace was developed based on the effect of the average diameter of the charge materials on the heat exchange process;

- the technology of holding aluminum alloys in the heating chamber and in the primary heating area is developed on the basis of changes in the thermal conductivity properties of the charge material depending on the temperature;

- the design of the primary heating chamber of the shaft is based on the conditions of turbulence in the movement of gases;

- the geometrical parameters of the initial heating area of the shaft were developed based on the ratios of the chemical compounds formed during the combustion of the gas.

Implementation of research results. Based on the results obtained on the Development of Technology for Melting Aluminum Alloys in gas Furnaces, the following were developed and introduced into production:

The technology of liquefaction of aluminum alloys in gas furnaces was introduced in the "Dalvarzin Repair Plant" (reference number of JSC "Uzagroservis" dated December 19, 2021, No. 09-03 / 03-1737). As a result of the introduction, the amount of heat loss in the bath part of the apaceh was reduced by 15-20%;

- The first heating technology was introduced at Dalvarzin Repair Plant before loading the shaft into the furnace (reference of JSC "Uzagroservis" dated December 19, 2021, No. -009-03 / 03-1737). As a result of the introduction, the consumption of natural gas used to liquefy the aluminum alloy was reduced by 6-7%;

- The technology of storage of aluminum alloy in the heating chamber was introduced in the "Dalvarzin Repair Plant" (reference number of JSC "Uzagroservis" dated December 19, 2021 №09-03 / 03-1737). As a result of the introduction, energy consumption was reduced by 8-10%.

The structure and scope of the dissertation. The structure of the dissertation consists of introduction, five chapters, conclusion, list of used literature, applications. The scope of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Н.Д.Тураходжаев, Ж.С.Камалов, Ш.Н.Турахужаева, Т.Х.Турсунов, Н.И.Садикова, С.Ж.Тураходжаев, Н.Э.Искандаров. /Метод получения качественной структуры при плавке алюминиевых композитов/ Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali 2020. №3.- С. 155-158. (05.00.00., №13).

2. Н.Д.Тураходжаев, Ж.С.Камалов, Ш.Н.Турахужаева, Т.Х.Турсунов, Н.И.Садикова, С.Ж.Тураходжаев. /Математическая модель расчёта шихты для получения литых композитов/ Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali/ 2020. №3. - С.192-195. (05.00.00., №13).

3. Н.Д.Тураходжаев, Ж.С.Камалов, Ш.Н.Турахужаева, Т.Х.Турсунов, Н.И.Садикова, С.Ж.Тураходжаев. /Математическая модель для расчёта теплообменных процессов при плавке металлов/ Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali/ 2020. №3. - С. 279-282. (05.00.00., №13).

4. Nodir Turakhodjaev, Mukhammadali Akramov, Shirinkhon Turakhujaeva, Sarvar Tursunbaev, Azizakhon Turakhujaeva, Jamaliddin Kamalov Calculation of the heat exchange process for geometric parameters/ International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics. 2021, 1(9). P- 90-95.

II бўлим (II часть; part II)

5. Р.Х.Сайдахмедов, Ш.Н.Турахужаева, Н.Д. Тураходжаев, Ж.С. Камалов Теплообменный процесс плавки алюминиевых композитов/ Международная научно-техническая конференция композиционные материалы на основе техногенных отходов сырья: состав, свойства и применение/ Ташкент. 16-17.09.2021/ с 130-131.

6. Р.Х.Сайдахмедов, Ш.Н.Турахужаева, Н.Д. Тураходжаев, Ж.С. Камалов Состав флюса для плавки алюминиевых композитов/международная научно-техническая конференция композиционные материалы на основе техногенных отходов сырья: состав, свойства и применение. Ташкент 16-17.09.2021.- С 132-133.

7. N.D.Tukakhodjaev, Sh.Turakhujaeva, J.S.Kamalov. The Process of Melting Aluminum Alloys to Improve the Quality of Casting/Pprocessing and Fabrication of Advanced Materials-XXVII/ /Jonkoping, Sweeden, 27-29.05.2019. - P. 417-421.

8. Тураходжаева Ш. Н., Камалов Ж.С., Турсунов Т. Х.; Одилов Ф. У. «Получение качественной структуры при плавке алюминиевых композитов» Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция. Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Ташкент 21-22 мая 2020 г. - С. 410-414.

9. Камалов Ж.С., Турсунов Т. Х.; Тураходжаев Н.Д. Применение алюминия для получения чугуна из оксида железа/ новые технологии наукоемкого машиностроения: приоритеты развития и подготовка кадров. Сборник статей 3 международной научно-практической конференции./ Набережные Челны 2015.-С. 74-77.

10. Nodir Turakhodjaev, Mukhammadali Akramov, Shirinkhon Turakhujaeva, Sarvar Tursunbaev, Azizakhon Turakhujaeva, Jamaliddin Kamalov. Calculation of the heat exchange process for geometric parameters/ International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics. 2021, 1(9). P- 90-95.

11. Р.Х.Сайдахмедов, Ш.Н.Турахужаева, Н.Д. Тураходжаев, Ж.С. Камалов. Теплообменный процесс плавки алюминиевых композитов/ Международная научно-техническая конференция композиционные материалы на основе техногенных отходов сырья: состав, свойства и применение/ Ташкент. 16-17.09.2021/ С. - 130-131.

12. Р.Х.Сайдахмедов, Ш.Н.Турахужаева, Н.Д. Тураходжаев, Ж.С.Камалов. Состав флюса для плавки алюминиевых композитов/международная научно-техническая конференция композиционные материалы на основе техногенных отходов сырья: состав, свойства и применение. Ташкент 16-17.09.2021.- С. 132-133.

13. N.D.Tukakhodjaev, Sh.Turakhujaeva, J.S.Kamalov. The Process of Melting Aluminum Alloys to Improve the Quality of Casting/Pprocessing and Fabrication of Advanced Materials-XXVII/ /Jonkoping, Sweeden, 27-29.05.2019. - P. 417-421.

14. Тураходжаева Ш. Н., Камалов Ж.С., Турсунов Т. Х.; Одилов Ф. У. «Получение качественной структуры при плавке алюминиевых композитов» Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция. Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Ташкент 21-22 мая 2020 г. - С. 410-4

15. Nodir Turakhodjaev, Mukhammadali Akramov, Shirinkhon Turakhujaeva, Sarvar Tursunbaev, Azizakhon Turakhujaeva, Jamaliddin Kamalov Calculation of the Heat Exchange Process for Geometric Parameters // International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2021, Issue 9