

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКАУНИВЕРСИТЕТИ ВА
«ИЛМИЙ-ТЕХНИКА МАРКАЗИ» МЧЖ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 27.06.2017.Т.03.03 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМОНОВ ИКРОМЖОН УСМОНОВИЧ

**ҚОРА МЕТАЛЛУРГИЯ КОРХОНАЛАРИДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ
ИСТЕЪМОЛИ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.05.01 – Энергетика тизимлари ва мажмуалари

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

Ташкент – 2018

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Content of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Рахмонов Икромжон Усмонович

Қора метуллурия корхоналарида электр энергия истеъмоли
самарадорлигини ошириш..... 3

Рахмонов Икромжон Усмонович

Повышение эффективности электропотребления на предприятиях
черной металлургии..... 19

Rakhmonov Ikromjon Usmonovich

Increasing efficiency of electricity consumption at ferrous metallurgy industry
..... 35

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 38

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКАУНИВЕРСИТЕТИ ВА
«ИЛМИЙ-ТЕХНИКА МАРКАЗИ» МЧЖ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc 27.06.2017.Т.03.03 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

РАХМОНОВ ИКРОМЖОН УСМОНОВИЧ

**ҚОРА МЕТАЛЛУРГИЯ КОРХОНАЛАРИДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ
ИСТЕЪМОЛИ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.05.01 – Энергетика тизимлари ва мажмуалари

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

Ташкент – 2018

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси қошидаги Олий аттестациялаш комиссиясида В 2017.3.PhD/411. рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат техника университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ва “ZiyoNet” Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Хошимов Фозилджон Абидович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Бобожанов Махсуд Қаландарович
техника фанлари доктори, профессор

Арипов Назиржон Мукарамович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Навоий давлат қончилик институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат техника университети ва «Илмий-техника маркази» МЧЖ ҳузуридаги DSc.27.06.2017.Т.03.03 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил “___” _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўча, 2. Тел./ факс: (99871) 227-10-32, e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

Диссертацияси билан Тошкент давлат техника университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100095, Тошкент, Университет кўча, 2. Тел./ факс: (99871) 227-03-41

Диссертация автореферати 2018 йил “___” _____ куни тарқатилди.
(2018 йил “___” _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

Қ.Р. Аллаев

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси
т.ф.д., проф., академик

О.Х.Ишназаров

Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.д., к.и.х.

И.М.Ибадуллаев

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинарраиси,
т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD)диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда ишлаб чиқариш соҳаларида электр энергияси истеъмоли самардорлигини ошириш ҳамда энергия ва ресурс тежамкор иш режимларни яратишга қаратилган тадқиқотлар муҳим аҳамият касб этмоқда. Шу жиҳатдан, қора металлургия корхоналарининг электрда пўлат ишлаб чиқариш объектлари иш режимларини такомиллаштириш, маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергиянинг солиштирма сарфини тўғри аниқлаш, истеъмолини прогноз қилишда юқори аниқликдаги усулларни тадбиқ этиш билан электр энергияси ишлатилиши самардорлигини оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ривожланган мамлакатларнинг «электрда пўлат ишлаб чиқариш объектлари ишлаб чиқараётган маҳсулотларига бўлган талабнинг кескин ортиши, электр энергия истеъмолининг ҳам юқори суръатларда ўсишига олиб келмоқда. Сўнгги беш йил ичида дунёда пўлат ишлаб чиқариш 10-12% га ошганлиги сабабли қора металлургия корхоналарида электр энергиясини ишлатиш самардорлигини ошириш долзарб вазифа бўлиб келмоқда»¹.

Жаҳонда қора металлургия корхоналарида электрда пўлат ишлаб чиқаришда электр энергияси кўрсаткичларини меъёрлаш ва прогноз қилиш ва бу кўрсаткичларнинг илмий асосланган қийматларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ушбу соҳада, жумладан, технологик жараёнда энергия тежамкор технологиялари ва қурилмаларнинг электр энергия истеъмоли самардор иш режимларини ишлаб чиқиш, шу билан бирга уларни меъёрлаш ва прогноз қилишнинг янги усул ва алгоритмларини яратиш йўналишларида амалга оширилаётган илмий-тадқиқот ишлар муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ҳозирги кунда республикамызда иқтисодийнинг муҳим тармоғи бўлган энергетика соҳасини сифат жиҳатидан тубдан ривожлантириш ва замонавий талаблар асосида соҳанинг техник-технологик даражасини юксалтиришга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан саноат корхоналарида электр энергиясининг ишлатилиши самардорлигини ошириш, энергия тежамкор иш режимларини ишлаб чиқиш ва тадбиқ этиш бўйича сезиларли натижаларга эришилмоқда. Шу билан бирга, истеъмол қилинаётган энергия ресурсларини меъёрлаш ва прогноз қилиш, энергия истеъмолини камайтириш усуллари ҳамда қурилмаларнинг энергия ва ресурс тежамкор иш режимларини аниқловчи алгоритмларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб бориш зарур масалалардан бири ҳисобланади. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...иқтисодийда энергия ва ресурслар сарфини камайтириш, ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг жорий этиш»² бўйича вазифалари белгиланган. Мазкур

¹<https://metallurgy.ua/obshhaya-harakteristika-elektrostaleplavilnogo-proizvodstva/>

²Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони

вазифаларни амалга ошириш, жумладан, электрда пўлат ишлаб чиқариш объектлари энергетик кўрсаткичларини таҳлил қилиш, электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичларини аниқлаш, қурилмаларининг иш режимларини яхшилаш, электр энергия истеъмоли кўрсаткичларини меъёрлаш ва прогноз қилиш усулларини технологик жараён хусусияти асосида такомиллаштириш ва ҳисоблаш дастурларини ишлаб чиқиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 5 майдаги ПҚ-2343-сон «2015-2019 йилларда иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия сарфи ҳажмини қисқартириш, энергияни тежайдиган технологияларни жорий этиш чора-тадбирлари дастури тўғрисида», 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури тўғрисида»ги Қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъерий-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 ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қора металлургия корхоналарининг электрда пўлат эритиш объектларида электр энергияси ишлатилиши самарадорлигини ошириш ва ундан оқилона фойдаланишга йўналтирилган илмий-тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказларида ва олий таълим муассасаларида, жумладан California Institute of Technology (АҚШ), University of Michigan (АҚШ), University of Waterloo (Канада), Dresden University of Technology (Германия), Tokyo technology institute (Япония), Polytechnic University of Milan (Италия), Миллий тадқиқот униерситети (МЭИ) (Россия), Н.Э.Бауман номидаги Москва давлат техника университети (Россия), «Илмий-техника маркази» МЧЖ ва «Энергомарказ» МЧЖ да (Ўзбекистон) кенг қамровли илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

Саноат корхоналарида электр энергияси ишлатилиши самарадорлигини ошириш, уни меъёрлаштириш ва прогноз қилиш билан боғлиқ кўплаб ишларга машхур олимлар G.R. Siemon, F.J. Ferreira, F. Blaschke, K. Neumann, W. Heinrich, S.K. Bose, J. Otterpol, И.В.Гофман, В.И.Вейц, А.А.Тайц, Б.И.Кудрин, В.К.Олейников, Г.В.Никифоров, Б.П.Белых, Б.И.Заславца, С.С.Новиков ва бошқалар томонидан катта ҳисса қўшилган.

Ўзбек олимларидан А.Я.Дзевенский, Ф.А.Хошимов, М.Х.Джалилов, Т.Х.Хакимов ва бошқаларнинг илмий ишларида электр энергия истеъмоли самарадорлигини оширишда уни меъёрлаштириш ва прогноз

кўрсаткичларини аниқлаш усулларини тадқиқ қилиш ва ишлаб чиқишга бағишланган.

Сезиларли муваффақиятларга қарамай, қора металлургия корхоналарининг электрда пўлат ишлаб чиқариш объектлари электр энергия истеъмолини меъёрлаштириш, прогноз қилиш ҳамда пўлат эритиш жараёни иш режимларини яхшилаш билан боғлиқ бўлган муаммолар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат техника университетининг илмий тадқиқот ишлари режасининг А-3-82 «Қора металлургия корхоналарининг электрда пўлат эритиш печларида энергия ресурслари ишлатилиши самарадорлигини ошириш усуллари» (2015-2017) мавзусидаги лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қора металлургия корхоналари электр энергияси ишлатилиши самарадорлигини оширишда электр режимларини ҳисобга олган ҳолда истеъмол кўрсаткичларини меъёрлаштириш, прогноз қилиш усулларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қора металлургия корхоналарида электрда пўлат ишлаб чиқариш объектлари қурилмаларининг электр режимларини тадқиқ қилиш ҳамда электр истеъмоли кўрсаткичларини меъёрлаш ва прогноз қилишнинг жорий ҳолатини ўрганиш;

маҳсулот ишлаб чиқаришда сарф бўладиган электр энергияси меъёрини ҳисоблаш усулларини қурилмалар иш режими хусусиятини ҳисобга олган ҳолда такомиллаштириш;

энергетик кўрсаткичларни таҳлил қилиш ва электр энергияси иқтисоди заҳираларини аниқлаш;

электрда пўлат эритиш қурилмаларининг оптимал иш режимини ҳисоблаш усулини энергетик тавсифларни таҳлил қилиш асосида ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида “Ўзметкомбинат” АЖнинг электрда пўлат эритиш цехи олинган.

Тадқиқотнинг предмети қора металлургия корхоналарининг пўлат маҳсулотлари ишлаб чиқаришда электрда пўлат эритиш цехи қурилмаларининг электр энергияси истеъмоли жараёнларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида электр энергия истеъмоли кўрсаткичларини йиғишда экспериментни режалаштириш, корхона маълумотларини қайта ишлашда математик статистика, эҳтимоллар назарияси, кўрсаткичларнинг боғланишларини қуришда математик моделлаштириш усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

пўлат эритиш жараёнидаги электр режимларини ҳисобга олган ҳолда электр энергия истеъмолини меъёрлашнинг кўп поғонали структураси такомиллаштирилган;

металл прокат ишлаб чиқаришда сарф бўладиган энергия турлари бўйича меъёрларни аниқлаш имконини берувчи услубий кўрсатма ишлаб чиқилган;

электр энергияси солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантириш схемаси технологик кўрсаткичларни ҳисобга олган ҳолда такомиллаштирилган;

энергетик тавсифлар кўрсаткичлари асосида электрда пўлат эритиш цехи қурилмаларининг оптимал иш режимларини аниқлаш усули ва алгоритми ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижаси қуйидагилардан иборат:

электрда пўлат эритиш цехининг ДСП-100 қурилмаси учун бирламчи шихта жойлашининг оптимал муносабати ўрнатилган;

““Ўзметкомбинат” АЖда металл прокати ишлаб чиқаришда ёқилғи энергетика ресурслари истеъмолини меъёрлаш усуллари” услубий кўрсатмаси ишлаб чиқилган;

электрда пўлат эритиш цехи асосий қурилмаларида электр энергияси кўрсаткичларининг прогноз кўрсаткичларини аниқлаш учун математик моделлар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончилиги олинган натижалар ва уларнинг ўзаро мувофиқлиги, ишлаб чиқаришга жорий этиш орқали асосланганлиги, ўтказилган инструментал ўлчашлар, шунингдек, назарий ва экспериментал натижаларнинг мос келиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти электр режимининг яхшиланиши, электр энергия истеъмолини меъёрлаштириш ва прогноз қилиш усуллариининг такомиллаштирилиши, ҳар бир истеъмол поғонасида солиштирма сарф кўрсаткичини аниқлаш усуллариининг ҳамда истеъмолда бўлган энергия ресурслари бўйича илмий асосланган меъёрларнинг ишлаб чиқилиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти электрда пўлат ишлаб чиқариш объектларида электр энергия истеъмоли кўрсаткичларини меъёрлаш ва прогнозлаш орқали ундан фойдаланиш самарадорлигини оширишдан иборат. Ишлаб чиқилган меъёрларнинг, электрда пўлат эритиш цехи қурилмаларининг оптимал иш режимларини аниқлаш алгоритмларининг “Ўзметкомбинат” АЖда кенг қўламда қўлланилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Қора металлургия корхоналарида электр энергияси истеъмоли самарадорлигини ошириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

корхонанинг истеъмол поғоналарида электр энергияни меъёрлаш имконини берувчи кўп поғонали структура “Ўзметкомбинат” АЖ корхонасига жорий қилинган (“Ўзметкомбинат” АЖнинг 2017 йил 3 ноябрдаги 01-1/1532-сон маълумотномаси). Илмий-тадқиқот натижаларининг қўлланилиши истеъмол поғоналари учун электр режимларини инobatга

олган ҳолда махсулот турлари бўйича меъёрлаш кўрсаткичларини ҳисоблашнинг аниқлигини кўтариш имконини берган;

“Ўзметкомбинат” АЖда металл прокати ишлаб чиқаришда ёқилғи-энергетика ресурслари истеъмолини меъёрлаш усуллари” услубий кўрсатмаси “Ўзметкомбинат” АЖ корхонасига жорий қилинган (“Ўзметкомбинат” АЖнинг 2017 йил 3 ноябрдаги 01-1/1532-сон маълумотномаси). Илмий-тадқиқот натижаларининг қўлланилиши корхонада истеъмол қилинаётган энергия шакллари бўйича меъёр кўрсаткичларини аниқлашнинг амалдаги усуллари такомиллаштириш имконини берган;

электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантириш схемаси асосида ўрнатилган электр ва иссиқлик энергия, сиқилган ҳаво, газ ва бошқа энергия ресурслари бўйича солиштирма сарф кўрсаткичлари “Ўзметкомбинат” АЖ корхонасининг 1-навли прокат цехи, 2-навли прокат цехи, электрда пўлат эритиш цехи, кислород компрессор цехи ва ҳалқ истеъмоли моллари ишлаб чиқариш цехларига жорий қилинган (“Ўзметкомбинат” АЖнинг 2017 йил 3 ноябрдаги 01-1/1532-сон маълумотномаси). Илмий-тадқиқот натижаларининг қўлланилиши корхонада энергия шакллари бўйича солиштирма сарф кўрсаткичларининг прогноз қийматларини аниқлашдаги ҳисоблаш ишларини соддалаштириш, уларнинг аниқлилик даражасини ошириш ҳамда корхонада электр энергия сарфини 2,5% гача камайтириш имконини берган;

энергетик характеристикалар таҳлили асосида электрда пўлат эритиш цехи қурилмаларининг оптимал иш режимларини аниқловчи алгоритм АЗ-ФА-0-12412 «Қора металлургия корхоналарида электр ва иссиқлик энергияси ишлатилишининг энергия самарадорлигини ошириш» грант лойиҳасида (2012–2014) корхонадаги қурилмаларнинг оптимал иш режимларини аниқлашда қўлланилган (Фан ва технологиялар агентлигининг 2017 йил 15 декабрдаги ФТА-02-11/1306-сон маълумотномаси). Илмий натижанинг қўлланилиши ишлаб чиқилган алгоритм ёрдамида электрда пўлат эритиш печлари асосий қурилмаларининг оптимал иш режимларини аниқлаш ва электр энергия сарфини камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 12 та илмий-амалий анжуманлар ва семинарларда, шу жумладан, 5 та халқаро ва 7 та республика анжуманларида апробациядан ўтди.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 29 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 2 та монография, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 13 та мақолалар, жумладан 5 та республика ва 7 та чет эл илмий журналларда нашр этилган, 5 та ЭҲМ учун дастурга гувоҳнома олинган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 108 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Ишнинг **Кириш** қисмида диссертация тадқиқотининг зарурлиги ва долзарблигининг асосланиши, мақсади ва асосий кўриладиган масала ҳамда Ўзбекистон Республикасида фан ва технологиянинг ривожланиш йўналишларига мослиги, илмий янгилиги ва амалий натижалари, олинган натижаларнинг назарий ва амалий ахамияти, ишларни чоп этганлик ҳақида маълумотлар ва диссертациянинг тузилиши келтирилган.

Диссертациянинг **«Қора металлургия тармоғида электр энергия истеъмолининг замонавий ҳолати»** деб номланган биринчи бобида қора металлургия корхоналарида электр энергия истеъмолининг замонавий ҳолати («Ўзметкомбинат» АЖ мисолида) ва бу корхоналарда электр энергия истеъмоли самарадорлигини ошириш тадқиқотлари таҳлил қилинган.

Қора металлургия корхоналарида, жумладан электрда пўлат ишлаб чиқариш объектларида электр энергия истеъмоли ва уни ишлатилишининг самарадорлигини ошириш бўйича илмий муаммоларни ҳал қилишда изланишлар олиб борган ҳорижий ва ўзбек олимларининг илмий-тадқиқот ишлари ўрганилиб, таҳлил қилинган бўлиб, тадқиқот объектининг тўлиқ тавсифи келтирилган.

Олиб борилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики, қора металлургия корхоналарида электр энергия истеъмоли режимлари агрегатларнинг ишлаб чиқариш ҳажми уларнинг ишлаб чиқараётган маҳсулот турлари билан боғлиқ ҳолда ўрганилмаган. Шу билан бирга электр энергияси кўрсаткичларини меъёрлаш ва прогноз қилишнинг илмий асосланган ҳисоблаш усуллари юқорида келтирилган боғлиқликларни ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилмаган.

Тадқиқот объекти сифатида “Ўзметкомбинат” АЖ корхонасининг электрда пўлат эритиш цехи олинган. Цехнинг асосий қурилмаларига 100 танналик печга эга бўлган печ пролети (ПП-100), пўлатни комплекс қайта ишлаш агрегати (ПКҚА), қўйиш пролети (ҚП) киради.

Тадқиқот объекти таҳлили давомида электр энергиясининг солиштирма сарф кўрсаткичига таъсир этувчи факторлар ўрганилган бўлиб, пўлат эритишда бирламчи шихтани оптимал жойлаштириш орқали электр режимини яхшилаш бўйича тавсиялар берилган. “Ўзметкомбинат” АЖ нинг электрда пўлат эритиш цехида олиб борилган экспериментлар натижасида пўлат эритишда бирламчи шихтани жойлаштиришнинг тўққиз турдаги муносабати кўриб чиқилган бўлиб, унинг самаралиси асослаб берилган.

“Электрда пўлат ишлаб чиқариш объектларида электр энергия истеъмолини меъёрлаштириш” деб номланган иккинчи боби меъёрлаштиришнинг амалдаги усуллари таҳлилига, ишлаб чиқилган кўп поғонали меъёрлаш структураси ва унинг умумлашган алгоритми блок-схемасига бағишланган. Шу билан бирга маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергия солиштирма сарфини меъёрлашнинг коррективкалаш (тузатиш) усули келтирилган.

Металлургия корхоналарининг энергетик хизматлари энергия ресурслари истеъмолини баҳолашда ва тақсимлашда амалдаги усуллар ёрдамида ҳисоб ишларини олиб бориш натижасида хатоликларга йўл қўймоқдалар. Бу ўз навбатида технологик қурилмаларнинг ишлаб чиқариш жараёнларида электр энергия истеъмоли режимларини хусусиятидан келиб чиққан ҳолда тўлиқ ҳисобга олинмаётганлиги билан ҳарактерланади. Бу эса электр энергия истеъмолини таҳлил қилиш ва меъёрлашнинг усулларини такомиллаштириш заруратини туғдиради. Шу мақсадда меъёрлаштиришнинг кўп поғонали структураси ва алгоритмининг умумлашган блок-схемаси такомиллаштирилган (1, 2-расм).

Таклиф этилаётган уч поғонали структура, корхонада нафақат истеъмолни меъёрлаштириш, балки энергияни тежашни баҳолаш имконини беради. Ҳар бир поғонада меъёрлаш усули такомиллаштирилган бўлиб, уларни ҳисоблаш дастурлари ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган меъёрлаш усуллари компьютер дастури асосида расмийлаштирилганлиги билан ҳимояланган (DGU 03544, DGU03365, DGU 03543).

Технологик қурилмаларнинг таркиби (типи), маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмининг ортиб бориши ва маҳсулот номенклатурасининг ўзгаришига боғлиқ равишда маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергия солиштирма сарфини корретировкалаш (тузатиш) усули таклиф этилган. Бунда режалаштирилган электр энергиянинг солиштирма меъёрий кўрсаткичи қуйидагича аниқланади:

$$e_{режа} = e_0 + \Delta a \frac{\tau'}{T_{иш}} + f_h \cdot q_h + \frac{W_{\text{эп}} + W_{\text{мтт}}}{\Pi_{режа}} \quad (1)$$

Таклиф этилаётган усул бўйича маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажми ортиб, унинг номенклатураси ўзгармаганда корретировка қуйидаги математик модел ёрдамида аниқланади:

$$\varpi = \left(\frac{1}{\Pi} - \frac{1}{\Pi \pm \Delta \Pi} \right) (W_{\text{мех}} + W_{\text{эп}} + W_{\text{сх}} + W_{\text{бош}} + W_{\text{мтт}}) \quad (2)$$

корретировка қийматига асосан меъёрий кўрсаткич қуйидагича аниқланади:

$$e'_к = e_{режа} \pm \varpi, \quad (3)$$

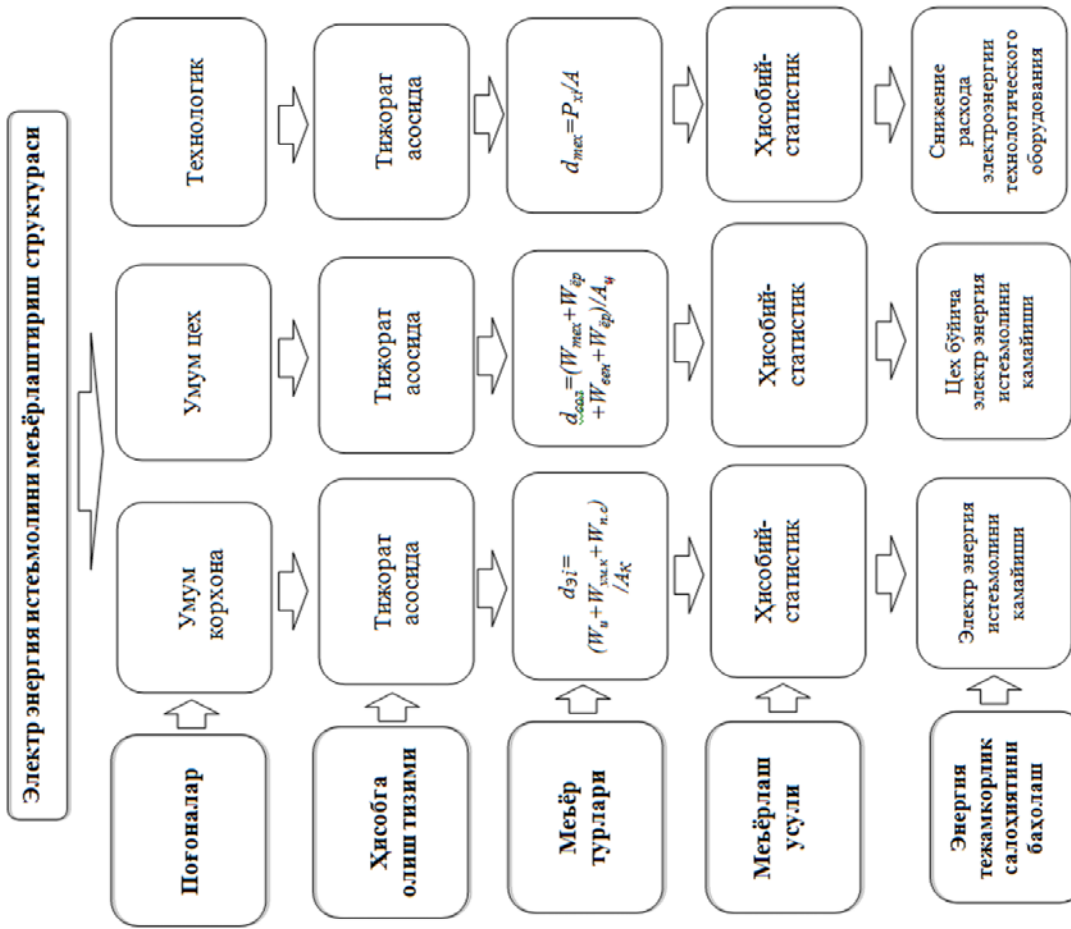
Маҳсулот ишлаб чиқарилиши ўзгармасдан, маҳсулот номенклатураси ўзгарган ҳолларда меъёрнинг корретировка қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\xi = \{e_{режа} - [Z_0 Z_1 (X_1 \pm \Delta X_1) + Z_2 (X_2 \pm \Delta X_2) + \dots + (Z_n (X_n \pm \Delta X_n))]\}, \quad (4)$$

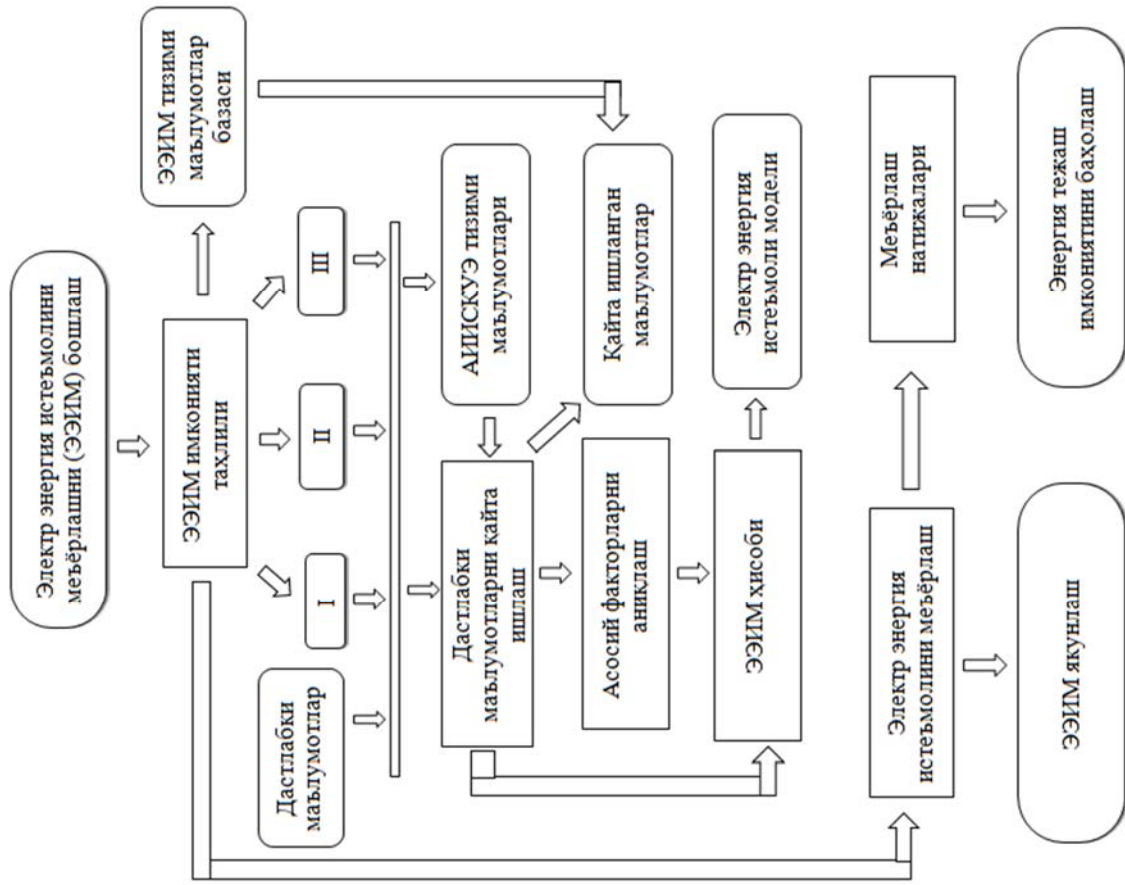
корретировка қийматига асосан меъёрий кўрсаткич қуйидагича аниқланади:

$$e''_к = e_{режа} \pm \xi, \quad (5)$$

Технологик қурилмаларнинг таркиби (типи) ўзгарганда, бу таркибий ўзгаришларни ҳисобга оладиган корретировка қиймати қуйидагича аниқланади:



1-расм. Саноат корхоналарида электр энергия истеъмолини меъёрлаштириш структураси



2-расм. Электр энергия истеъмолини меъёрлаштириш алгоритмининг умумлашган блок-схемаси

$$\mathcal{G} = e_{\text{режа}} - \frac{d_1 \cdot \Pi_{\text{режа}_1} + d_2 \cdot \Pi_{\text{режа}_2} + \dots + d_n \cdot \Pi_{\text{режа}_n}}{\sum_{i=1}^n \Pi_{\text{режа}_i}}, \quad (6)$$

Корректировка қийматига асосан меъёрий кўрсаткич қуйидагича аниқланади:

$$e''_k = e_{\text{режа}} - \mathcal{G} \quad (7)$$

“Энергетик кўрсаткичларнинг тизимли таҳлили ва электр энергия захираларини тежашни баҳолаш” деб номланган учинчи бобда электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантириш схемаси ва электр энергия истеъмоли самарадорлигини оширишда энергетик тавсифларнинг роли келтирилган.

Электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини аниқлашда қуйидаги ташкил этувчиларни ҳисобга олувчи усул таклиф этилган:

- прогноз даврида технологик қурилмалар ўзгармагандаги ва анъанавий технологиялар ишлатилгандаги электр энергия сарфи (W_{δ});
- прогноз даврида технологик қурилмаларни модернизация қилиш ва янги технологияга ўтишдаги электр энергия сарфи (W_m);
- прогноз даврида янги ишлаб чиқариш қувватлари ва технологияларни жорий қилишдаги электр энергия сарфи (W_y);

$$W = \left[\Pi_{\delta} (\beta_{\delta} d_{\delta}) + \Pi_m (\beta_m d_m) + \Pi_y (\beta_y d_y) \right], \quad (8)$$

бу ерда: $\Pi_{\delta}, \Pi_m, \Pi_y$ —режалаштирилган махсулот ҳажми;

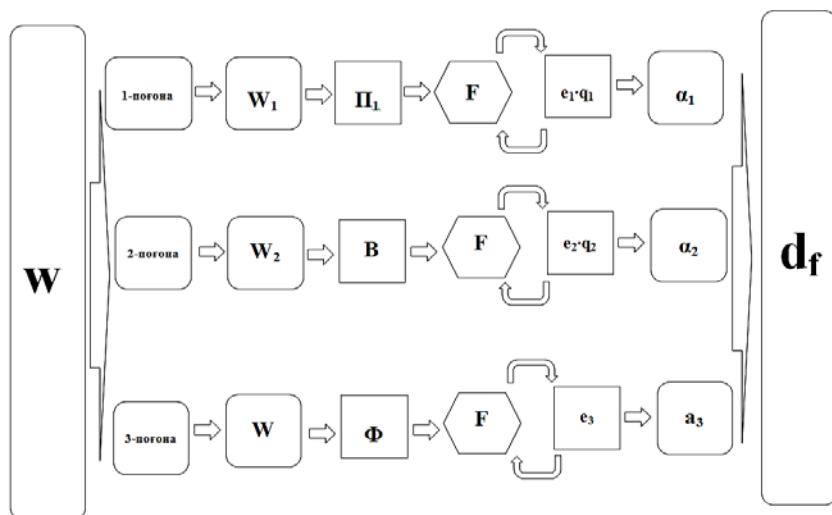
$\beta_{\delta}, \beta_m, \beta_y$ - режалаштирилган махсулот турлари улуши;

d_{δ}, d_m, d_y - электр энергиянинг солиштирма сарфи.

Прогноз даври учун режалаштирилган махсулот ишлаб чиқариш ҳажми (Π) ва унга мос равишда амалдаги, модернизациялаштирилган ва янги ишлаб чиқариш қувватларининг улуши ($\beta_{\delta}, \beta_m, \beta_y$) қора металлургия корхонасининг келажакдаги ривожланишини ҳисобга олган ҳолда аниқланади.

Электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини аниқлаш вазифаси мураккаб ҳисобланиб, бу вазифани ечишда бу кўрсаткич даражасини аниқловчи унга таъсир этувчи кўплаб факторларни ҳисобга олиш зарур. Бунда асосий эритиш жараёнидаги технологик қурилмаларнинг тури ва техник ҳолати, металл номенклатураси, технологик жараёнда сарф бўладиган компонентлар ва иккилачми энергия ташувчилар (сиқилган ҳаво, кислород, азот ва ҳ.к.) ва бошқалар ҳисобга олинади. Ҳисоблаш ишларида бу факторларнинг ҳисобга олишда хатоликка йўл қўйиш электр энергияси сарфи прогноз кўрсаткичининг ҳақиқий қийматдан оғишига олиб келади. Бу вазифани ечиш учун ҳисоблаш ишларида нафақат энергетик кўрсаткичларни, балки технологик кўрсаткичларни ҳисобга олувчи электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантириш схемаси ишлаб чиқилган (3-расм).

Электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантиришнинг ишлаб чиқариш поғонасини қуйидаги принципларда



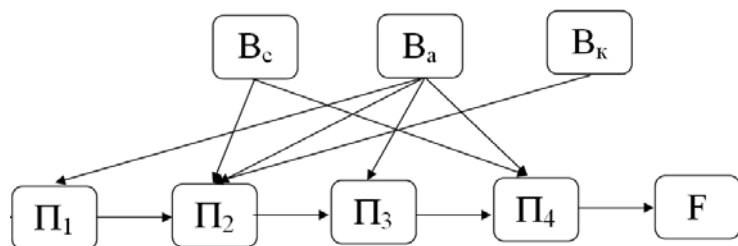
3-расм. Электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантириш схемаси

ифодаловичи схемаси таклиф этилмоқда: 1-поғона: асосий ишлаб чиқариш объектлари гуруҳи, 2-поғона: ёрдамчи ишлаб чиқариш объектлари гуруҳи ва 3-поғона бошқа эҳтиёжлар. Ҳар бир поғона кесимида электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичи аниқланиб, корхона миқёсида

умумлашади.

Электр истеъмоли ва ишлаб чиқариш жараёнлари бўйича электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантириш схемаси ҳисоблаш ишларини соддалаштириш ва унинг аниқлигини ошириш имконини беради. Бу бевосита ҳисоблаш ишларини электр энергия солиштирма сарф кўрсаткичининг ташкил этувчилари ва юқори қувватли қурилмаларнинг кўрсаткичларини ҳисобга олган ҳолда амалга ошириш имконини беради.

Электр энергиянинг солиштирма сарф кўрсаткичини аниқлашда ёрдамчи цехлар томонидан технологик жараённинг ёрдамчи компонентларини ишлаб чиқаришга сарф қилган электр энергия миқдорини ҳисобга олиш зарур. Бугунги кунда тайёр маҳсулот ишлаб чиқариш босқичларида технологик



4-расм Маҳсулот ишлаб чиқаришда технологик жараённинг ёрдамчи компонентлари иштироки схемаси

жараённинг ёрдамчи компонентларининг иштирок этиш улуши ҳисобга олинмайди. Битта компонент маҳсулот ишлаб чиқаришининг барча

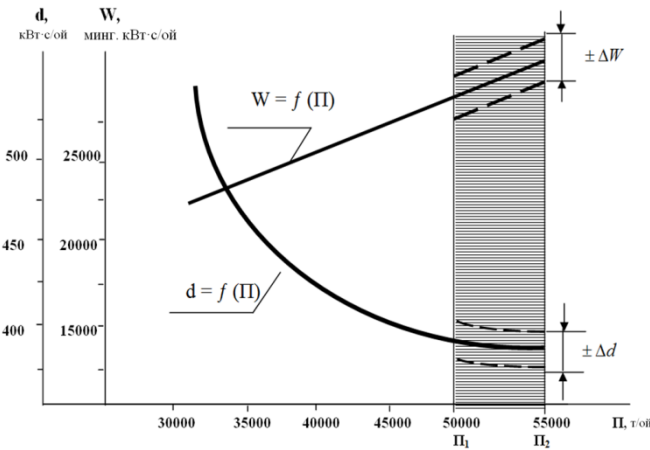
поғоналарида иштирок этмайди (4-расм). У ҳолда мисол тариқасида сиқилган ҳаво ишлаб чиқаришга сарф бўлган электр энергия миқдори қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади:

$$W_c = \omega_c (B_{c_1} + B_{c_2} + \dots + B_{c_n}). \quad (9)$$

Электр юкламалари ва электр энергияси солиштирма сарфи кўрсаткичларининг ўзгариш қонуниятларини қувват P , умумий W ва солиштирма d электр энергиясининг ишлаб чиқарилган маҳсулот Π ҳажмига боғлиқ бўлган энергетик тавсифларни куриш орқали кўриш мумкин.

Энергетик тавсифлар электр энергияни истеъмолини меъёрлашда ва уни иқтисод қилиш заҳираларини аниқлашда ишлатилади.

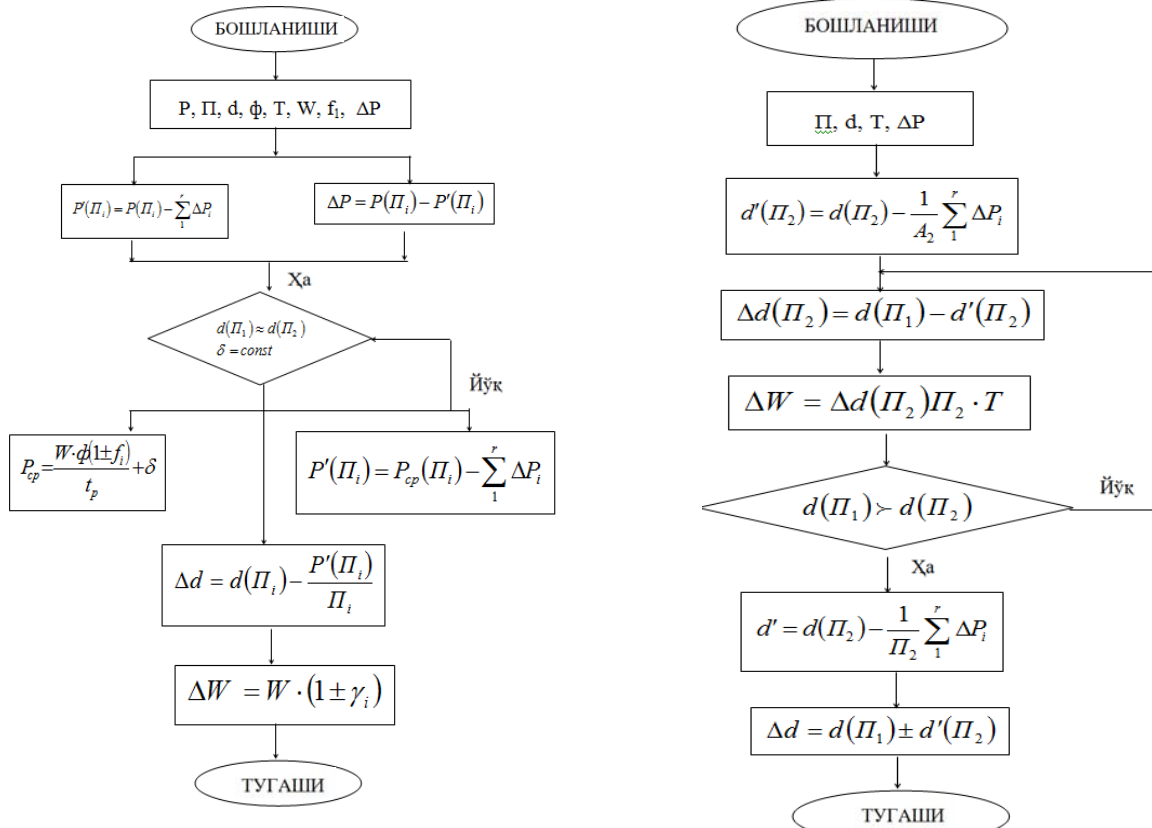
Электрда пўлат эритиш цехининг йиллик ишлаб чиқариш қуввати 700



5-расм. Электрда пўлат эритиш цехи ПП-100 қурилмасининг $P=f(A)$, $W=f(\Pi)$ меъёрий энергетик тавсифлари

минг тоннадан юқори бўлиб, электр энергия истеъмоли 720-740 млн кВт·с ни, ўртача ойлик истеъмол 55-60 млн кВт·с ни ташкил этади. Цехда 100 тонна ҳажмдаги юқори қувватли электр ёй печи мавжуд. Цехининг энергетик кўрсаткичлари бўйича тавсифларини қуриш учун инструментал ўлчашлар ўтказилган. Олинган статистик маълумотлар математик статистика ва эҳтимоллар назарияси усулларини қўллаш орқали қайта ишланган.

Электрда пўлат эритиш цехининг ДСП-100 қурилмаси учун $P=f(A)$, $W=f(\Pi)$ тавсифлари асосида ишлаб чиқилган усул ва алгоритм ёрдамида электр энергия параметрлари бўйича оптимал иш режимлари аниқланади (5-расм).



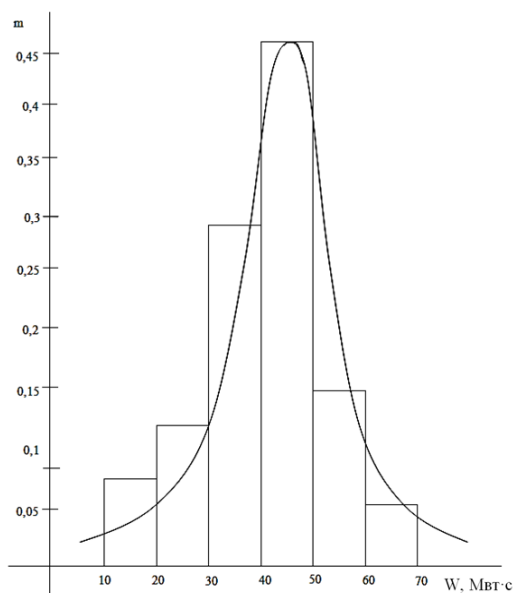
6-расм. $\pm\Delta W$, $\pm\Delta d$ параметрлари бўйича ДСП-100 қурилмаси оптимал иш режимини аниқлаш алгоритмининг умумлашган блок-схемаси

Корхона томонидан тақдим этилган 300 та эритиш жараёни маълумотлари таҳлили шуни кўрсатадики, айнан бир ҳилдаги энергетик кўрсаткичларга эга бўлган эритиш жараёни мавжуд эмас. Кўплаб факторларнинг таъсири натижасида эритиш жараёни доимо ўзгариб туради. Шундан келиб чиқиб, кўрсаткичларнинг маълум бир ўзгариш чегарасини белгилаш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Таклиф этилаётган усулга мувофиқ ишлаб чиқилган алгоритм ёрдамида $\pm \Delta W$, $\pm \Delta d$ ларнинг оптимал оралиқлари аниқланади (6-расм). Цехда электр энергия истеъмоли параметрларининг ўрнатилган оралиқда бўлиши, цехнинг самарали иш режимини тавсифлайди. Амалда истеъмолда бўлган усуллардан фаркли равишда, бу усулда меъёрий тавсиф кўрсаткичлари бузилган ҳолати учун чегаравий шартлар киритилган бўлиб, унинг оғиш сабаблари технологик факторларни ҳисобга олиш йўли билан аниқланади.

“Электр энергия истеъмоли параметрларини прогноз ва таҳлил қилиш усуллари тақомиллаштириш” деб номланган тўртинчи бобда электр энергия параметрларини прогноз қилишда регрессион-корреляцион таҳлилга асосланган аргументларни гуруҳий ҳисобга олиш ва энг кичик квадратлар усуллари кўллаш орқали прогноз кўрсаткичларини ҳисоблаш келтирилган. Шу билан бирга электр энергия истеъмоли самарадорлигини оширишга қаратилган тадбирларни баҳолаш усули кўриб чиқилган.

Электрда пўлат эритиш цехининг энергетик кўрсаткичлари таҳлили шуни кўрсатадики, электр энергиянинг умумий (W) ва солиштирма (d) сарфи нормал тақсимланиш қоидасига бўйсунди. Ҳақиқий истеъмол кўрсаткичлари бўйича қурилган нормал тақсимланиш гипотезаси крутост ва косност ўлчови қийматлари бўйича текширилди. 7-расмда пўлат эритишда электр энергия сарфининг нормал тақсимланиш гистограммаси ва ДСП-100



7-расм. Пўлат эритишда электр энергия сарфининг нормал тақсимланиш гистограммаси

печи электр энергия сарфи тақсимланишининг назарий эгри чизиғи келтирилган. Расмдан маълумки олинган крутост ва косност ўлчови қийматлари рухсат этилган икки қаррали асосий ҳатоликлар оралиғида жойлашган. Бу эса тақсимланишни нормал деб қабул қилиш мумкинлигини ифодалайди.

Электр энергия параметрларини прогноз қилишнинг амалдаги усуллари таҳлил қилиниб, уларнинг афзалликлари ва камчиликлари кўриб чиқилган. Ҳисоблашлар регрессион-корреляцион таҳлилга асосланган аргументларни гуруҳий ҳисобга олиш ва энг кичик квадратлар усуллари кўллаш орқали амалга оширилган. “Ўзметкомбинат”

АЖ корхонасининг экспериментал маълумотларини қайта ишлаш асосида икки усулда ҳам математик моделлар ишлаб чиқилди ва ҳақиқий қийматлар бўйича энергетик тавсифларлар қурилди. Олиб борилган тадқиқот ишлари энг кичик квадратлар усулини қўллаш мақсадга мувофиқлигини намоён этди. Усул ёрдамида электрда пўлат эритиш цехининг асосий қурилмалари учун қуйидаги математик моделлар ишлаб чиқилди:

$$W_{ДСП} = 0,335 \cdot P_{ДСП} + 1844, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{ой}$$

$$e_{ДСП} = 0,335 + \frac{1844}{P_{ДСП}}, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{т}$$

$$W_{УНРС} = 0,019 \cdot P_{УНРС} + 371,45, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{ой}$$

$$e_{УНРС} = 0,019 + \frac{371,45}{P_{УНРС}}, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{т}$$

$$W_{АКОС} = 0,019 \cdot P_{АКОС} + 619, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{ой}$$

$$e_{АКОС} = 0,019 + \frac{619}{P_{АКОС}}, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{т}$$

$$W_{ИОВ} = 0,0208 \cdot P_{ИОВ} + 55,457, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{ой}$$

$$e_{ИОВ} = 0,0208 + \frac{55,457}{P_{ИОВ}}, \text{ кВт} \cdot \text{с} / \text{т}$$

Электр энергия параметрлари ишлаб чиқилган математик моделлар асосида аниқланган прогноз кўрсаткичларининг ҳақиқий қийматлари билан таққосланганда нисбий ҳатолик 10% дан катта эмаслиги аниқланди. Бу эса ишлаб чиқилган моделларнинг адекватлигини ҳарактерлайди.

Қора металлургия корхоналарида электр энергия истеъмоли самарадорлигини ошириш мақсадида ўтказилган назарий ва амалий тадқиқотлар натижасида ишлаб чиқилган тавсиялар “Ўзметкомбинат” АЖ цехларида тадбиқ этиш учун қабул қилинган. Бу энергия ресурсларини тежаш ва ишлаб чиқарилаётган маҳсулотда энергетик ташкил этувчиларнинг камайиши имконини яратади (1-жадвал).

1-жадвал

Электр энергия солиштирма кўрсаткичларининг амалдаги ва таклиф этилган усул ёрдамида аниқланган натижавий қийматлари

Электр энергия истеъмолчилари	Электр энергия солиштирма кўрсаткичларининг амалдаги қийматлари		Электр энергия солиштирма кўрсаткичларининг таклиф этилган усул бўйича қийматлари		Электр энергия сарфи камайишининг кутилаётган қиймати, %
	Қиймати	Ўлчов бирлиги	Қиймати	Ўлчов бирлиги	
Электрда пўлат эритиш цехи	4,82	минг.кВт·с/т	4,71	минг.кВт·с/т	2,3
ДСП-100	1,18	минг.кВт·с/т	1,15	минг.кВт·с/т	2,4
АКОС	0,072	минг.кВт·с/т	0,07	минг.кВт·с/т	2,4
УНРС	0,030	минг.кВт·с/т	0,03	минг.кВт·с/т	2,3

ХУЛОСА

Ушбу диссертацияга тегишли фундаментал, жамоавий тадқиқотларнинг қора металлургия корхоналарида электр энергия истеъмоли самарадорлигини ошириш қисмлари бўйича умумий натижаларни қуйидаги хулосаларда келтириш мумкин:

1. Электрда пўлат эритишда бирламчи шихтани оптимал жойлаштириш орқали пўлат эритишнинг электр режими яхшиланган. Натижада эритиш вақтининг қисқариши электр энергия сарфини камайтириш имконини берган.

2. Қора металлургия корхонасининг барча истеъмол поғоналари учун электр энергияни меъёрлаш имконини берувчи кўп поғонали структураси такомиллаштирилган.

3. Технологик қурилмаларнинг таркиби (типи), маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажмининг ортиб бориши ва маҳсулот номенклатурасининг ўзгаришига боғлиқ равишда маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергия солиштирма сарфини корретировкалаш (тузатиш) усули ишлаб чиқилган. Натижада корхонада меъёрлар кўрсаткичларини аниқлашда таркибий ўзгаришларни ҳисобга олиш, ҳисоблаш ишларининг аниқлилигини ошириш имконини берган.

4. “Ўзметкомбинат” АЖда металл прокати ишлаб чиқаришда ёқилғи-энергетика ресурслари истеъмолини меъёрлаш усуллари” услубий кўрсатмаси ишлаб чиқилган ва корхонага жорий қилинган. Натижада ҳар бир истеъмол поғонасида энергия шакллари бўйича меъёр кўрсаткичларини аниқлаш таъминланган.

5. Корхонанинг истеъмол поғоналарида электр энергия солиштирма сарфининг прогноз кўрсаткичини шакллантириш схемаси такомиллаштирилган. Натижада маҳсулот бирлигига тўғри келадиган электр энергия сарфининг солиштирма кўрсаткичини аниқлашда амалдаги усуллардан фарқли равишда, технологик жараёнда иштирок этадиган энергетик факторлар билан бирга технологик факторлар ҳисобга олиниб, кўрсаткич қийматининг аниқлиги оширилган.

6. Энергетик тавсифларнинг таҳлили асосида электрда пўлат эритиш цехи қурилмаларининг электр энергия истеъмоли кўрсаткичлари бўйича оптимал кўрсаткичларни аниқлайдиган алгоритм ишлаб чиқилган. Натижада қурилмаларнинг энергетик тавсиф кўрсаткичлари бузилган ҳолат учун чегаравий шартлар қабул қилиниб, унинг оғиш сабаблари технологик факторларни ҳисобга олиш йўли билан аниқлаш имконини берган.

7. Тадқиқот натижалари «Ўзметкомбинат» АЖда 1-навли прокат цехи, 2-навли прокат цехи, электрда пўлат эритиш цехи, кислород компрессор цехи ва ҳалқ истеъмоли моллари ишлаб чиқариш цехларида жорий қилиш учун қабул қилинган. Илмий-тадқиқот натижаларининг қўлланилиши корхона цехларида электр энергия истеъмолини 2,5% га камайтириш имконини берган.

Қора металлургия корхоналарида электр энергиясини ишлатиш самарадорлигини ошириш бўйича берилган тасияларни қўлланишдан кутилаётган умумий иқтисодий самарадорлик йилига 58 млн. сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК DSc 27.06.2017.Т.03.03 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ и
ООО «НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

РАХМОНОВ ИКРОМЖОН УСМОНОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА
ПРЕДПРИЯТИЯХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ**

05.05.01 – Энергетические системы и комплексы

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

Ташкент – 2018

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В 2017.3.PhD/T411.

Докторская диссертация выполнена в Ташкентском государственном техническом университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.tdtu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Хошимов Фозилджон Абидович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бобожанов Махсуд Каландарович
доктор технических наук, профессор

Арипов Назиржон Мукарамович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Навоийский государственный горный институт

Защита диссертации состоится «__» _____ 2018 г. в ____ часов на заседании Научного совета DSc 27.06.2017.T.03.03 при Ташкентском государственном техническом университете и ООО «Научно-технический центр». (Адрес: 100095, г Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-46-00; факс: (99871) 227-10-32; e-mail: tstu_info@tdtu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного технического университета (регистрационный номер - ____). (Адрес: 100095, Ташкент, ул. Университетская, 2. Тел.: (99871) 246-03-41).

Автореферат диссертации разослан «__» _____ 2018 года.
(протокол рассылки № «__» от «__» _____ 2018 года).

К.Р. Аллаев

Председатель научного совета
по присуждению ученой степени,
д.т.н., профессор, академик

О. Х. Ишназаров

Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученой степени,
д.т.н., с.н.с.

М.И.Ибадуллаев

Председатель научного семинара при
научном совете по присуждению
учёной степени, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире важное значение имеют исследования, связанные с повышением эффективности потребления электрической энергии, с учетом энерго- и ресурсосберегающих режимов. В этом отношении особое внимание уделяется улучшению режимов работы объектов электросталеплавильного производства, точное определение значения удельного расхода электроэнергии на единицу продукции и с применением методов прогнозирования на предприятиях черной металлургии с целью повышения эффективности электропотребления. В развитых странах мира «повышение спроса на продукцию электросталеплавильного производства приводит к увеличению темпов роста потребления электрической энергии. В последние 5 лет в мире производство стали увеличилось на 10-12%, поэтому задача повышения эффективности использования электроэнергии в предприятиях черной металлургии является актуальной».¹

В мире в электросталеплавильном производстве на предприятиях черной металлургии особое внимание уделяется нормированию и прогнозированию показателей электрической энергии и разработке научно обоснованных значений этих показателей. Научно-исследовательские работы в этой области, в частности, разработка эффективных рабочих режимов потребления электроэнергии, энергоэффективных технологий и установок в технологическом производстве, а также разработка новых методов и алгоритмов нормирования и прогнозирования, являются важными задачами.

В настоящее время в республике особое внимание уделяется качественному развитию энергетики, являющейся одной из важнейших отраслей экономики и способствующих повышению её технико-технологического уровня на основе современных требований. В этом направлении достигнуты значительные успехи, в частности, при решении задач повышения эффективности использования электроэнергии, разработке и внедрении энергоэффективных рабочих режимов. Вместе с тем нормирование и прогнозирование потребления энергоресурсов, методы снижения электропотребления, а также разработка алгоритмов, определяющих энерго-и ресурсосберегающие режимы работы электроустановок, являются первоочередными задачами. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы определены задачи: «...сокращение энергоёмкости и ресурсоемкости экономики, широкое внедрение в производство энергосберегающих технологий, расширение использования возобновляемых источников энергии, повышение производительности труда в отраслях экономики...»². Реализация этих проблем, в том числе, анализ энергетических показателей объектов электросталеплавильного производства, определение прогнозных

¹<https://metallurgy.ua/obshhaya-harakteristika-elektrostaleplavilnogo-proizvodstva/>

² Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

значений удельного расхода электроэнергии, улучшение режимов работы оборудования, усовершенствование методов нормирования и разработка программ расчета параметров электропотребления, с учетом специфики технологического процесса.

Данное 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», Постановлениях Президента Республики Узбекистан №ПП-2343 от 5 мая 2015 года «О Программе мер по сокращению энергоемкости, внедрению энергосберегающих технологий в отраслях экономики и социальной сфере на 2015-2019 годы» и №ПП-3012 от 26 мая 2017 года «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной области.

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

Степень изученности проблемы. Научные исследования, направленные на повышение эффективности электропотребления и рационального использования электроэнергии на предприятиях черной металлургии, осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе, в California Institute of Technology (США), University of Michigan (США), University of Waterloo (Канада), Dresden University of Technology (Германия), Tokyo technology institute (Япония), Polytechnic University of Milan (Италия), Национальный исследовательский университет (МЭИ) (Россия), Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (Россия), ООО «Научно-технический центр» и ООО «Энергоцентр» (Узбекистан).

Большой вклад в решение научных проблем повышения эффективности, нормирования и прогнозирования параметров электропотребления на промышленных предприятиях внесли известные ученые G.R. Siemon, F.J. Ferreira, F. Blaschke, K. Neumann, W. Heinrich, S.K. Bose, J. Otterpol, И.В.Гофман, В.И.Вейц, А.А.Тайц, Б.И.Кудрин, В.К.Олейников, Г.В.Никифоров, Б.П.Белых, Б.И.Заславца, С.С.Новиков и другие.

Исследования по нормированию электропотребления и разработке определения прогнозных значений и повышению эффективности потребления электроэнергии выполнялись А.Я.Дзевенским, Р.А.Захидовым, Ф.А.Хошимовым, А.М.Ахмедовым, М.Х.Джалиловым, Т.Х.Хакимовым и другими узбекскими учеными.

Несмотря на значительные достижения, недостаточно изученными

остаются проблемы нормирования и прогнозирования потребляемой электрической энергии, а также улучшение режимов работы выплавки стали на предприятиях черной металлургии.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках проектов, включенных в план научно-исследовательских работ Ташкентского государственного технического университета на тему № А-3-82 «Методы повышения эффективности использования энергоресурсов на электросталеплавильных печах предприятий черной металлургии» (2015-2017).

Целью исследования является усовершенствование методов нормирования и прогнозирования параметров электропотребления, с учетом электрических режимов на предприятиях черной металлургии для повышения эффективности использования электроэнергии.

Задачи исследования:

исследование электрических режимов и анализ состояния нормирования и прогнозирования параметров электропотребления на объектах электросталеплавильного производства предприятий черной металлургии;

усовершенствование метода расчета норм расхода электроэнергии при выпуске готовой продукции с учетом специфики производства;

анализ энергетических показателей и оценка резервов экономии электроэнергии;

разработка метода расчета определения оптимальных режимов работы оборудования электросталеплавильного цеха с учетом анализа энергетических характеристик.

Объектом исследования является электросталеплавильный цех АО «Узметкомбинат».

Предметом исследования является процесс потребления электроэнергии оборудования электросталеплавильного цеха при производстве конечной продукции предприятий черной металлургии.

Методы исследований. В процессе исследований использованы следующие методы: планирование эксперимента для сбора параметров электропотребления с учетом поставленных задач; математическая статистика для обработки массива данных; математическое моделирование для построения зависимостей электропотребления.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствована многоуровневая структура нормирования электропотребления с учетом электрических режимов выплавки стали;

разработано методическое пособие, позволяющее устанавливать определение норм расходов по видам энергии при производстве металлопроката;

усовершенствована схема формирования прогнозируемую величину удельного расхода электроэнергии с учетом технологических факторов;

разработаны алгоритм и метод определения оптимальных режимов работы оборудования электросталеплавильного цеха на основе анализа энергетических характеристик.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

установлены оптимальные соотношения укладки первичной шихты для оборудования ДСП-100;

разработано методическое пособие «Методы нормирования потребления ТЭР при производстве металлопроката АО «Узметкомбинат»;

разработаны математические модели для определения прогнозного значения параметров электропотребления основного оборудования ЭСПЦ.

Достоверность результатов исследования обосновывается итогами теоретических и экспериментальных исследований, их взаимной согласованностью, практикой их внедрения, а также теоретическими результатами исследования, подтвержденными инструментальными измерениями.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов характеризуется совершенствованием методов нормирования и прогнозирования параметров электропотребления, а также разработанными методами определения значения удельных норм для каждого уровня потребления и предложенными научно обоснованными нормами.

Практическая значимость полученных результатов исследования состоит в повышении эффективности электропотребления с помощью нормирования и прогнозирования параметров электропотребления. Она также подтверждается разработанными нормами, методами и алгоритмами расчета и определения оптимальных режимов работы основного оборудования электросталеплавильного цеха АО «Узметкомбинат».

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по повышению эффективности использования электрической энергии на предприятиях черной металлургии:

внедрена многоуровневая структура, обеспечивающая нормирование электропотребления на всех уровнях АО «Узметкомбинат» (справка АО «Узметкомбинат» от 3 ноября 2017 года №01-1/1532). Использование результатов научных исследований дало возможность повышения точности расчетов по определению показателей норм по видам продукции с учетом электрических режимов;

на АО «Узметкомбинат» внедрено методическое пособие «Методы нормирования потребления ТЭР при производстве металлопроката АО «Узметкомбинат» (справка АО «Узметкомбинат» от 3 ноября 2017 года №01-1/1532). Использование результатов научных исследований обеспечило усовершенствование существующих методов определения показателей норм по видам энергии;

в цехах сортопрокатного №1 и №2, электросталеплавильного, кислородно-компрессорного и производстве товаров народного потребления

АО «Узметкомбинат» внедрены установленные удельные расходы электро- и теплоэнергии, сжатого воздуха, газа и т.д., разработанные на основе схемы формирования прогнозируемой величины удельного расхода электроэнергии (справка АО «Узметкомбинат» от 3 ноября 2017 года №01-1/1532). Использование результатов научных исследований дало возможность упростить и повысить точность расчетов при определении прогнозных значений удельных расходов по видам энергии, а также снизить расход электроэнергии до 2,5%;

алгоритм, определяющий оптимальный режим работы оборудования ЭСПЦ на основе энергетических характеристик, использовался в проекте ФА-0-12412 «Повышение энергоэффективности использования электрической и тепловой энергии на предприятиях черной металлургии» (2012-2014) (справка Агентства по науке и технологиям от 15 декабря 2017 года №ФТА-02-11/1306). Использование результатов научных исследований позволило с помощью разработанного алгоритма определить оптимальные режимы работ оборудования ЭСПЦ и уменьшить расход электроэнергии.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования прошли апробацию на 12 научно-практических конференциях и семинарах, в том числе на 5-и международных и 7-и республиканских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 29 научных работ. Из них 2 монографии, 12 научных статей, в том числе 5-в республиканских и 7-в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, вместе с тем имеется 5 Свидетельств на программу ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 108 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приводится обоснование актуальности и востребованности диссертационного исследования, описание цели и основных задач, а также объектов и предметов, соответствующих приоритетным направлениям развития науки и технологии Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты, теоретическая и прикладная значимость результатов, сведения об опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние использования электроэнергии в отрасли черной металлургии**» проанализировано современное состояние электропотребления на предприятиях черной металлургии (на примере АО «Узметкомбинат») и исследования по повышению эффективности электропотребления предприятием данной отрасли.

Изучены и проанализированы научно-исследовательские работы зарубежных и отечественных ученых в области повышения эффективности электропотребления на предприятиях черной металлургии, в частности электросталеплавильного производства, подробно приведена характеристика исследуемого объекта.

Проведенный обзор исследований показывает, что по вопросам электропотребления не исследованы режимы электропотребления в металлургической промышленности в увязке с производительностью агрегатов, ассортиментом вырабатываемой продукции в целях повышения эффективности использования электроэнергии, не предложены научно обоснованные методы расчета, нормирования и прогнозирования электроэнергетических показателей.

В качестве объекта исследования является электросталеплавильный цех АО «Узметкомбинат», который имеет в своём составе: печной пролёт (ДСП-100УМК); агрегат комплексной обработки стали (АКОС); разливочный пролёт (УНРС); известково-обжиговый участок (ИОУ).

При анализе объекта исследования изучены факторы, влияющие на показатели удельного расхода электроэнергии и предложены рекомендации по улучшению электрического режима сталеплавления на основе выбора оптимального соотношения укладки первичной шихты. По результатам экспериментального исследования, проведенного в электросталеплавильном цехе АО «Узметкомбинат», было рассмотрено девять типов соотношения укладки первичной шихты и обоснован эффективный тип соотношений.

Вторая глава диссертации **«Нормирование электропотребления на предприятиях черной металлургии»** посвящена анализу существующих методов нормирования, разработке многоуровневой структуры нормирования и алгоритму обобщенной блок-схемы данной структуры, здесь также приведен метод корректировки норм удельного расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции.

Энергетические службы металлургических предприятий допускают неточности при нормировании, оценке и распределении энергоресурсов, так как недостаточно полно учитывают специфику процесса производства, режимы электропотребления технологического оборудования. Это приводит к необходимости совершенствования методов анализа и нормирования электропотребления. С этой целью усовершенствована многоуровневая система нормирования и разработана блок-схема обобщенного алгоритма (рис.1,2).

Предложенная трехуровневая структура является не только инструментом нормирования, а также даёт возможность оценивать потенциал энергосбережения предприятия. На каждом уровне совершенствованы методы нормирования и разработаны программы их решения. Разработанные программы защищены Свидетельством об официальной регистрации программы для ЭВМ (DGU 03544, DGU03365, DGU 03543).

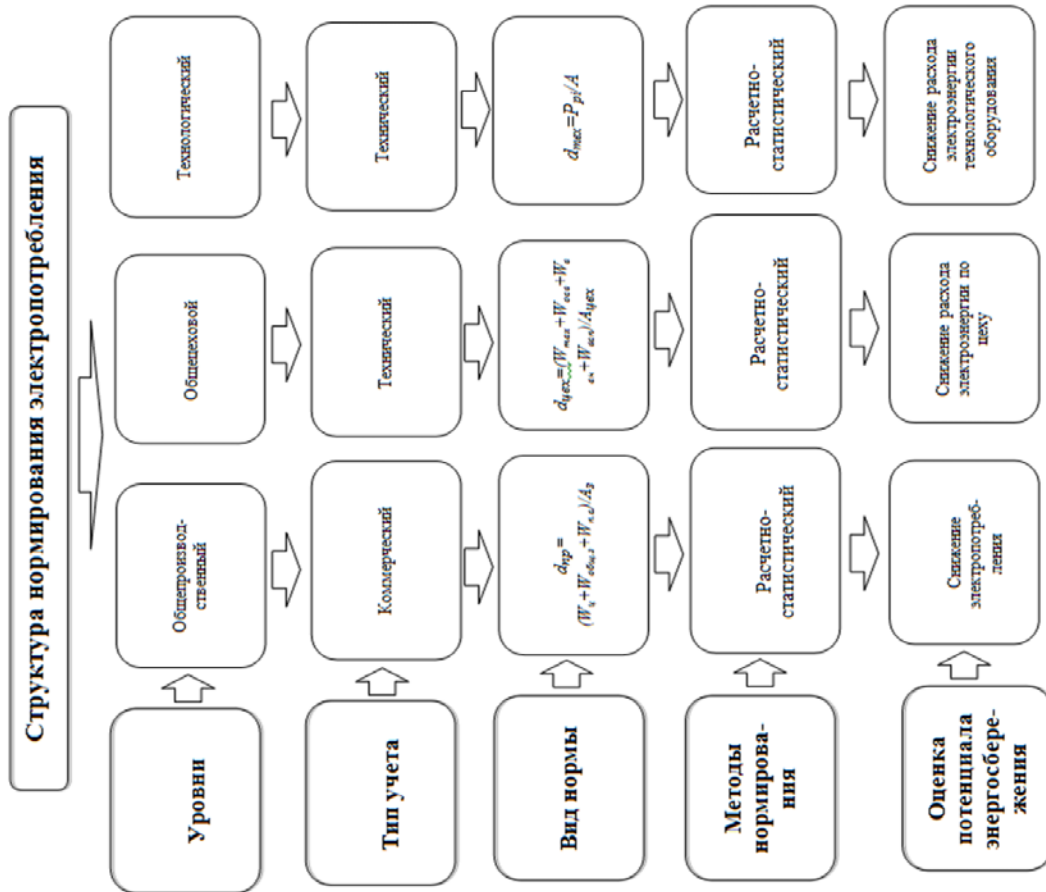


Рис.1. Структура нормирования электропотребления предприятия

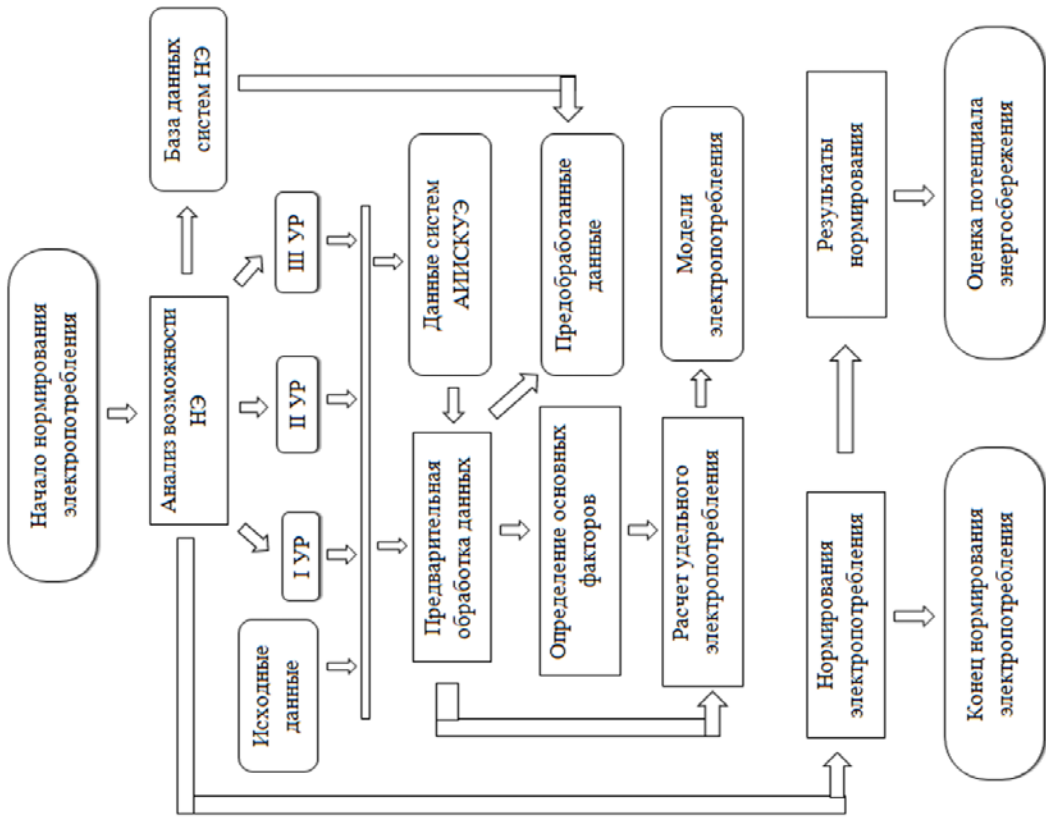


Рис.2. Блок-схема обобщенного алгоритма нормирования электропотребления

Предложен метод корректировки нормы удельного расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции при изменении состава (типов) технологического оборудования, а также объема и номенклатуры продукции.

Определение норм удельного расхода электроэнергии для подразделений металлургических предприятий осуществляется на основе результирующего выражения, выведенного на прогнозных оценках соответствующих показателей:

$$e_{nl} = e_{\sigma} + \Delta a \frac{\tau'}{T_p} + f_{ВКТП} \cdot q_{ВКТП} + \frac{W_{всп} \pm W_{отм}}{\Pi_{nl}} \quad (1)$$

По предложенному методу при изменении объема выпускаемой продукции с неизменной номенклатурой корректировка осуществляется по соответствующим математическим моделям:

$$\varpi = \left(\frac{1}{\Pi} - \frac{1}{\Pi \pm \Delta\Pi} \right) (W_1 + W_{осв} + W_{\epsilon} + W_{np} + W_{отм}) \quad , \quad (2)$$

скорректированная величина нормативного значения имеет вид:

$$e'_k = e_{nl} \pm \varpi, \quad (3)$$

При неизменном объеме выпускаемой продукции, с изменением её номенклатуры продукции корректировка осуществляется по соответствующим математическим моделям:

$$\xi = \{e_{nl} - [Z_o Z_1 (X_1 \pm \Delta X_1) + Z_2 (X_2 \pm \Delta X_2) + \dots + (Z_n (X_n \pm \Delta X_n))]\}, \quad (4)$$

скорректированная величина нормативного значения имеет вид:

$$e''_k = e_{nl} \pm \xi \quad (5)$$

При изменении состава (типов) технологического оборудования величина поправки нормативного значения (ϑ) определяются по формуле

$$\vartheta = e_{nl} - \frac{d_1 \cdot \Pi_{nl_1} + d_2 \cdot \Pi_{nl_2} + \dots + d_{nl_n} \cdot \Pi_{nl_{2n}}}{\sum_{i=1}^n \Pi_{nl_i}} \quad , \quad (6)$$

Скорректированная величина нормативного значения имеет вид:

$$e'''_k = e_{nl} - \vartheta \quad (7)$$

В третьей главе диссертации “Системный анализ энергетических показателей и оценка резервов экономии электроэнергии” приведена схема формирования прогнозируемой величины расхода электроэнергии и роль энергетических характеристик цехов в повышении эффективности электропотребления.

Предложен метод для определения прогнозных значений удельного расхода электроэнергии, учитывающий следующие составляющие:

- расход электроэнергии в периоде прогноза, когда технологические оборудования не меняются и используются традиционные технологии (W_6);

- расход электроэнергии в периоде прогноза, связанный с модернизацией технологического оборудования и переходом на новую технологию (W_m);

- расход электроэнергии в периоде прогноза, с учетом внедрения новых мощностей и технологии (W_n)

$$W = [П_б(\beta_б d_б) + П_м(\beta_м d_м) + П_н(\beta_н d_н)] , \quad (8)$$

где $П_б, П_м, П_н$ - количество планируемой продукции;

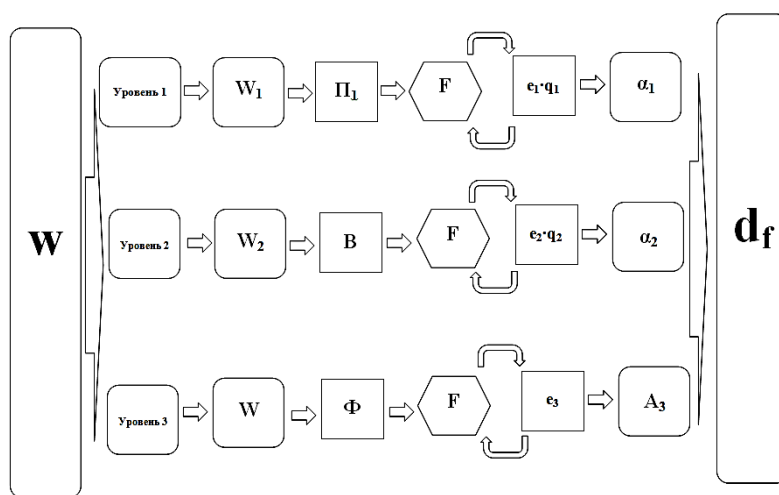
$\beta_б, \beta_м, \beta_н$ - доли планируемых видов продукции, приходящихся на соответствующие предприятия;

$d_б, d_м, d_н$ —удельные расходы электроэнергии.

В соответствии с планом перспективного развития черной металлургии определяются планируемые величины продукции на период прогноза ($П$) и доли действующих, модернизированных и новых производств ($\beta_б, \beta_м, \beta_н$).

Задача по определению перспективных удельных расходов электроэнергии (d) является сложной, так как при ее решении необходимо учитывать большое число влияющих факторов, которые определяют уровень указанных показателей. При этом учитываются тип и техническое состояние основного технологического оборудования в процессе плавления, номенклатура металла, объем расходуемых компонентов технологического процесса и вторичных энергоносителей (сжатый воздух, кислород и др.) и т.д. Ошибка при учете этих факторов может привести к отклонениям от реальных значений прогнозируемого расхода электроэнергии. Для решения данной задачи разработана схема формирования прогнозируемой величины удельного расхода электроэнергии, которая при расчетах учитывает не только энергетические, а также технологические факторы (рис.3).

Предлагается следующая схема формирования прогнозируемой



величины удельного расхода электроэнергии, включающая в себя уровни производства по принципу: группа основных производственных объектов – 1 уровень, группа вспомогательных объектов – 2 уровень и прочие нужды – 3 уровень. На каждом уровне определяется значение удельного расхода электроэнергии,

Рис. 3. Схема формирования прогнозируемой величины расхода электроэнергии

которое суммируется по предприятию по всем уровням.

Разработанная схема формирования прогнозируемой величины удельного расхода электроэнергии по видам электропотребления и

процессам производства позволяет значительно упростить и повысить точность расчетов. Это позволяет включать непосредственно в расчет составляющие величины удельных расходов электроэнергии и показатели отдельных энергоемких объектов.

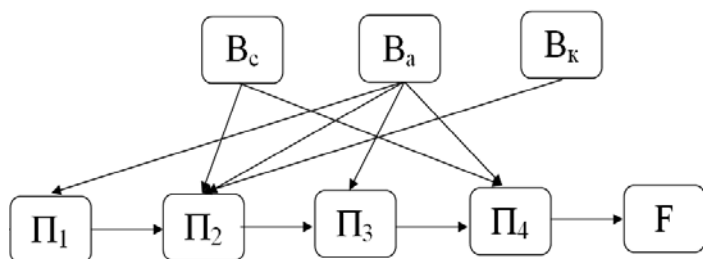


Рис.4. Схема участия ВКТП при производстве продукции

При определении значения удельного расхода в расчет необходимо включать расход электроэнергии на производство вспомогательных компонентов технологического процесса (ВКТП), вырабатываемых вспомогательными цехами. На

сегодняшний день в практике при определении доли участия ВКТП не учитывается по этапам выпуска конечной продукции. Один и тот же компонент (сжатый воздух V_c , аргон V_a , кислород V_k и др.) потребляются на нескольких этапах выпуска продукции (рис. 4). При этом расход электроэнергии, например, на выработку сжатого воздуха, составляет:

$$W_c = \omega_c (B_{c_1} + B_{c_2} + \dots + B_{c_n}) \quad (9)$$

Анализом энергетических характеристик, представляющих собой функции мощности P , общего W и удельного d расхода электроэнергии от количества полученной продукции Π , могут быть выявлены основные закономерности изменения электрических нагрузок и удельного электропотребления в ЭСПЦ. Энергетические характеристики используются для нормирования и определения резервов экономии электроэнергии.

Производственные мощности ЭСПЦ составляют более 700 тыс. тонн в год, объем электропотребления 720-740 млн.кВт·ч., среднемесячный 55-60 млн. кВт·ч.. Цех имеет в своем составе дуговую электропечь с объемом 100 т.

Для построения энергетических характеристик потребляемой мощности в зависимости от производительности и других показателей проведены инструментальные измерения в ЭСПЦ. На основе статистических данных предприятия обработка полученных этих данных проводилась с применением методов математической статистики и теории

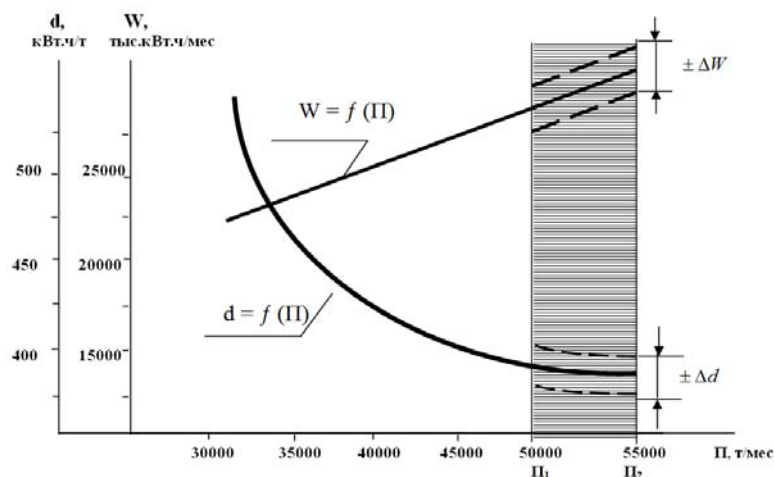


Рис.5. Зависимости нормативных энергетических характеристик d и W ДСП-100 от объема выпускаемой продукции

вероятности. Оптимальные режимы работы основного оборудования по параметрам $\pm \Delta W$, $\pm \Delta d$ ЭСПЦ определяются на основе разработанного метода и алгоритма по характеристике $P = f(A)$ или $W = f(\Pi)$ для ДСП-100 (рис.5).

Анализ полученных данных при 300 плавках показывает, что процесс плавки не имеет одинаковых энергетических показателей. В результате влияния многих факторов процессы плавки постоянно меняются. Исходя из этого целесообразно определить пределы изменения энергетических показателей.

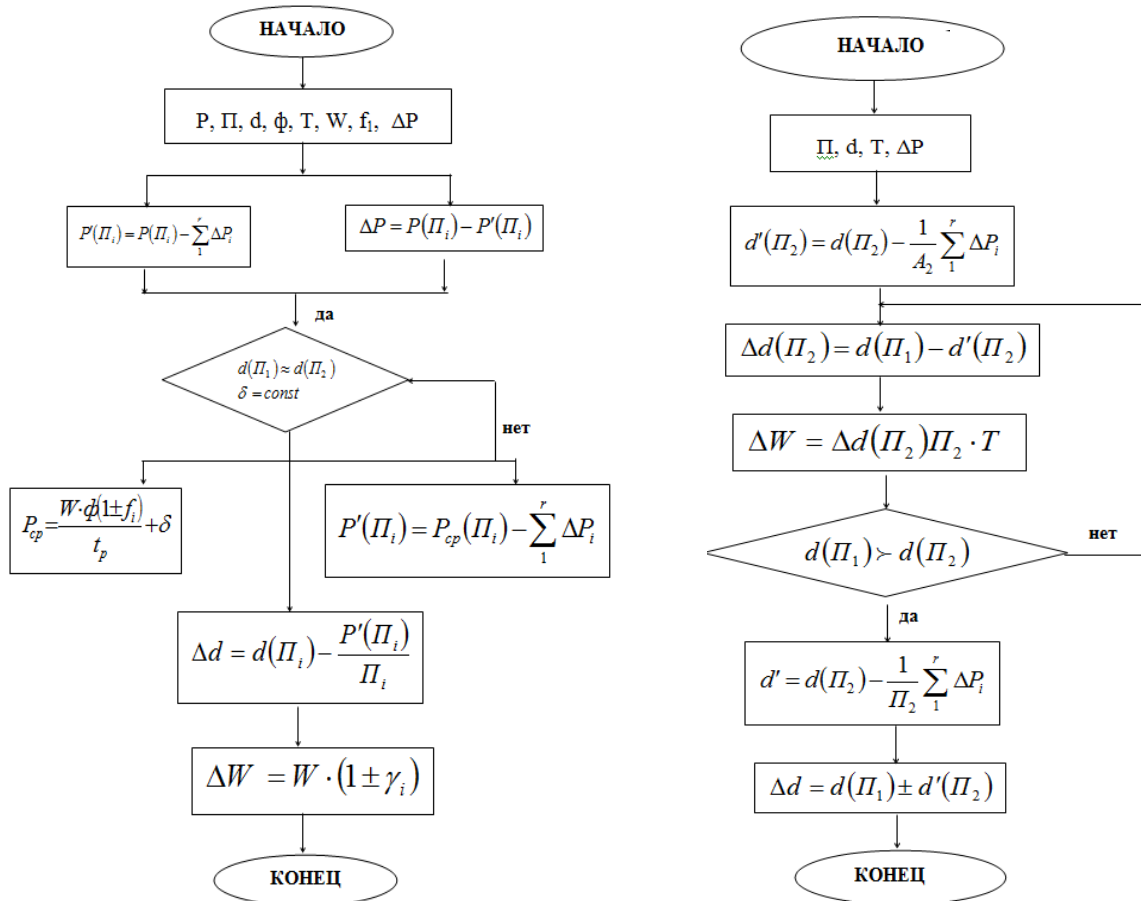


Рис.6. Блок-схема обобщенного алгоритма определения оптимальных режимов работ оборудования ДСП-100 по параметрам $\pm \Delta W$, $\pm \Delta d$

По предложенному методу разработаны алгоритмы, которые дают возможность определения оптимальных пределов $\pm \Delta W$, $\pm \Delta d$ (рис. 6). Установленный предел параметров электроэнергии характеризует оптимальный рабочий режим цеха. Предложенный метод отличается от существующих тем, что в нём при нарушении показателей характеристик норм приняты условные пределы, а причины отклонения определяются с учетом технологических факторов.

В четвертой главедиссертации «Совершенствование методов анализа и прогнозирования параметров электропотребления» приведено определение прогнозных значений параметров электропотребления с

применением методов группового учета аргументов (МГУА) и наименьших квадратов (МНК) на основе регрессионного-корреляционного анализа. А также рассмотрен метод оценки эффективности мероприятий по повышению эффективности электропотребления.

В результате анализа показателей цеха установлено, что абсолютный (W) и удельный (d) расходы электроэнергии цеха подчиняются закону нормального распределения. Проверка гипотезы нормальности распределения вышеуказанных величин производилась по значениям меры косности и меры крутости гистограмм, построенных по фактическим данным. На рис.8 в качестве примера приведены гистограмма и

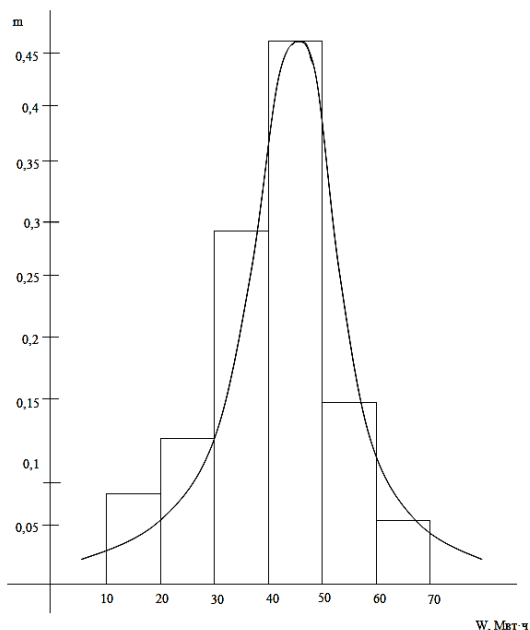


Рис 7. Гистограмма нормального распределения расхода электроэнергии при выплавке стали

теоретическая кривая распределения расхода электроэнергии в печи ДСП-100. По результатам рис.7 видно, что полученные значения меры косности и меры крутости данного распределения находятся в пределах своих двукратных основных ошибок. Это говорит о том, что данное распределение можно считать нормальным.

Проанализированы существующие методы прогнозирования параметров электроэнергии и рассмотрены преимущества и недостатки этих методов. Расчеты произведены на основе регрессионного-корреляционного анализа по методам МГУА и МНК.

На основе обработки экспериментальных данных предприятий АО “Узметкомбинат” разработаны математические модели по вышеприведенным методам и построены энергетические характеристики по фактическим данным. Результаты исследования показали, что в этом случае целесообразно применять метод МНК. Для основного оборудования ЭСПЦ разработаны следующие математические модели по методу МНК:

Для ДСП-100:

$$W_{ДСП} = 0,335 \cdot P_{ДСП} + 1844, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{мес}$$

$$e_{ДСП} = 0,335 + \frac{1844}{P_{ДСП}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$$

Для УНРС:

$$W_{УНРС} = 0,019 \cdot P_{УНРС} + 371,45, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{мес}$$

$$e_{УНРС} = 0,019 + \frac{371,45}{P_{УНРС}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$$

Для АКОС:

$$W_{АКОС} = 0,019 \cdot P_{АКОС} + 619, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{мес}$$

$$e_{АКОС} = 0,019 + \frac{619}{P_{АКОС}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$$

Для ИОУ:

$$W_{ИОУ} = 0,0208 \cdot P_{ИОУ} + 55,457, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{мес}$$

$$e_{ИОУ} = 0,0208 + \frac{55,457}{P_{ИОУ}}, \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{т}$$

Сопоставление фактических и прогнозных значений математических моделей параметров электропотребления показывает, что относительная ошибка - не более чем 10%. Это свидетельствует об адекватности модели режимов электропотребления. Приведенные модели могут быть использованы в качестве прогнозных предикторов при планировании общего и удельного расходов электроэнергии на предприятиях черной металлургии.

На основе указанных теоретических и прикладных исследований по повышению эффективности электропотребления на предприятиях черной металлургии проведена серия работ и даны соответствующие рекомендации по их внедрению на АО «Узметкомбинат». Это позволяет получить экономию энергоресурсов и снижение энергетической составляющей себестоимости выпускаемой продукции (табл. 1).

Таблица 1

Показатели величин существующих удельных расходов электроэнергии, рассчитанных по предложенной методике

Производственные подразделения	Существующие величины удельного расхода электроэнергии		Показатели удельного расхода электроэнергии, рассчитанные по методике		Величина экономии в %
	Величина	Ед. изм.	Величина	Ед.изм.	
ЭСПЦ	4,82	тыс. кВт·ч/т	4,71	тыс. кВт·ч/т	2,3
ДСП-100	1,18	тыс. кВт·ч/т	1,15	тыс. кВт·ч/т	2,4
АКОС	0,072	тыс. кВт·ч/т	0,07	тыс. кВт·ч/т	2,4
УНРС	0,030	тыс. кВт·ч/т	0,03	тыс. кВт·ч/т	2,3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты фундаментальных коллективных исследований по повышению эффективности электропотребления, на предприятиях черной металлургии, относящиеся к данной диссертации, можно сделать следующие выводы:

1. Улучшен электрический режим выплавки стали на основе оптимальной укладки первичной шихты. В результате обеспечено снижения расхода электроэнергии за счет сокращения времени плавки стали.

2. Усовершенствована многоуровневая структура нормирования электропотребления, которая дает возможность нормирования электроэнергии на всех уровнях потребления.

3. Разработан метод корректировки норм удельного расхода электроэнергии на выпускаемую единицу продукции при изменении состава (типов) технологического оборудования, а также объема и номенклатуры продукции. В результате обеспечено повышение точности расчетов при определении показателей норм с учетом изменения их составляющих.

4. Разработан и внедрен методический материал «Методы нормирования потребления ТЭР при производстве металлопроката АО «Узметкомбинат». В результате обеспечено определение научно обоснованных норм по видам энергии для уровня потребления.

5. Усовершенствована схема формирования прогнозируемой величины удельного расхода электроэнергии на всех уровнях потребления предприятия. В результате определено значение этой величины на единицу продукции, с учетом не только энергетических, но и технологических факторов, что позволяет упростить и повысить точность расчетов.

6. На основе анализа энергетических характеристик разработаны методы и алгоритмы, определяющие оптимальные режимы работы по параметрам электропотребления основного оборудования электросталеплавильного цеха. В результате при нарушении энергетических показателей оборудования характеристики норм принимают условные пределы, которые позволяют определить причины отклонения с учетом технологических факторов.

7. Результаты исследований приняты для внедрения в цехах сортопрокатного №1 и №2, электросталеплавильного, кислородно-компрессорного и в производстве товаров народного потребления. Использование результатов научных исследований дает возможность снижения значения расхода электроэнергии в цехах предприятий до 2,5%.

Использование рекомендаций по повышению эффективности электропотребления на предприятиях черной металлургии дает ожидаемый экономический эффект в размере 58 млн сум в год.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING DEGREE OF DOCTOR
OF SCIENCES No: 27.06.2017.T.03.03 AT TASHKENT STATE
TECHNICAL UNIVERSITY AND LLC
“SCIENTIFIC-TECHNICAL CENTRE”**

TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY

RAKHMONOV IKROMJON USMONOVICH

**INCREASING EFFICIENCY OF ELECTRICITY CONSUMPTION AT
FERROUS METALLURGY INDUSTRY**

05.05.01- «Energy systems and complexes»

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2018

The theme of the dissertation of doctor of philosophy(PhD) in technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2017.3.PhD/T411.

The dissertation has been prepared at Tashkent State Technical University named after Islam Karimov.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian and English (resume)) on the website www.tdtu.uz and on the website of «ZiyoNet» Information and education portal www.ziyo.net.

Scientific supervisor: **Khoshimov Foziljon Abidovich**
doctor of technical sciences, professor

Official opponents: **Bobajanov Makhsud Kalandarovich**
doctor of technical sciences, professor

Aripov Nazirjon Mukaramovich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization: **Navoi State Mining Institute**

The defense of dissertation will take place on " _ " _ 2018 at _ o'clock at a meeting of the Scientific council No.DSc.27.06.2017.T.03.03 under Tashkent State Technical University and LLC "Scientific-Technical Centre" (Address: 100095, Tashkent, Universitet st., 2. Tel./fax: (99871) 227-10-32; e-mail: tadqiqitchi@tdtu.uz).

The doctoral dissertation can be reviewed at the Information-resource center of Tashkent State Technical University (is registered number No_) (Address: 100095, Tashkent, Universitetskaya st., 2. Tel./fax: (99871) 246-03-41; e-mail: tadqiqitchi@tdtu.uz).

Abstract of the dissertation sent out on " _ " _ 2018
(Protocol of the delivery No _____ dated " _ " _ 2018)

K.R.Allaev
Chairman of scientific council for awarding
scientific degrees Doctor of technical
sciences, Professor, Academician

O.H.Ishnazarov
Scientific secretary of scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, Senior Scientific Researcher

I.M.Ibadullaev
Chairman of scientific seminar under scientific council
for awarding scientific degrees
Doctor of technical sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of thesis)

Research objective is improvement methods of rationing and forecasting parameters of power consumption, taking into account electric modes at the enterprises of ferrous metallurgy for increase efficiency of using electric power.

Research problems:

research electric modes and analysis the state of rationing and forecasting the parameters of electric power consumption at the objects electric steelmaking production enterprises of ferrous metallurgy;

improvement of the method for calculating scientifically based energy consumption standards for the release of finished products, taking into account the specifics of manufacture;

analysis of energy indicators and estimation of energy saving reserves;

the development of a method for calculating the optimal operating conditions for the main equipment of the electric arc furnace shop, taking into account the analysis of energy characteristics.

Object of the research is an electric steel smelting shop of JSC "Uzmetkombinat".

The scientific novelty of the research is as follows:

improved multilevel structure of the rationing of power consumption, taking into account the electric modes of steel smelting;

the methodical manual is developed, allowing to establish definition norms of expenses on kinds of energy at manufacture of metal rolling;

the scheme defining the predicted value of the specific expense of the electric power taking into account technology factors is improved;

developed an algorithm and a method for definition the optimal operating modes of the equipment of an electric steelmaking shop on the basis of the analysis of energy characteristics.

The structure and outline of the research work. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of literature, and applications. The volume of the thesis is 108 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙЎХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Hoshimov F.A., Rasulov A.N., Taslimov A.D., Rakhmonov I.U. The current state of electrometallurgy in Uzbekistan: Monograph, “East West” Association Studies and Higher Education GmbH.– Vienna, Austria, 2017. – 84 p.
2. Хошимов Ф.А., Рахмонов И.У. Разработка методов снижения энергозатратов в электросталеплавильных печах черной металлургии Узбекистана: Монография, Моя строка - Россия, Санкт-Петербург, 2017. – 116 с.
3. Hoshimov F.A., Rahmonov I.U. Rationing of electricity production in the rolling of ferrous metallurgy // Scientific journal «European Science review». Austria, Vienna, 2014. - №11-12 November-December. PP. 56-59. (05.00.00; №3).
4. Хошимов Ф.А., Таслимов А.Д., Рахмонов И.У. Анализ энергопотребления и резервов энергосбережения «Узбекский комбинат тугоплавких и жаропрочных металлов» // Научно-технический журнал «Проблемы энерго-и ресурсосбережения» (Специальный выпуск). Ташкент, 2014. - №4. С. 63-66. (05.00.00; №21).
5. Таслимов А.Д., Рахмонов И.У. Разработка математической модели расчета удельного расход электроэнергии электросталеплавильного цеха завода черной металлургии // Журнал «Вестник ТашГТУ». Ташкент, 2015. - №2. С. 108-112. (05.00.00; №16).
6. Рахмонов И.У. Уменьшение потерь электроэнергии в элементах электроснабжения цехов предприятий черной металлургии // Электронный научный журнал «Исследования технических наук». Россия, Москва, 2015. - №4(18) октябрь – декабрь. С.18-21.(05.00.00; №44).
7. Рахмонов И.У., Расулов А.Н. Интенсификация плавки стального полупродукта в сверхмощных дуговых электропечах путем оптимизации энергетических режимов // Теоретический и научно-практический журнал «Вестник Московского энергетического института». – Россия, Москва, 2016. - №2. – С.22-24. (05.00.00; №17).
8. Рахмонов И.У., Таслимов А.Д., Хошимов Ф.А. Расчет норм расхода электроэнергии по видам выпускаемой продукции цехов металлургического производства// Электронный научный журнал «Исследования технических наук». Россия, Москва, 2016. - №1(19) Январь-Март. – С. 3-5. (05.00.00; №44).
9. Таслимов А.Д., Рахмонов И.У. Расчет экономии электроэнергии при замене недогруженных электродвигателей цехов черной металлургии // Электронный научный журнал «Отраслевые аспекты технических наук». Россия, Москва, 2016. - №2(50) Март-Апрель. – С. 15-17. (05.00.00; №60).

10. Рахмонов И.У. Показатели качества электроэнергии в сталеплавильном производстве // Электронный научный журнал «Исследования технических наук». Россия, Москва, 2016. - №2(20) апрель-июнь. – С. 24-26. (05.00.00; №44).
11. Хошимов Ф.А., Рахмонов И.У., Ниёзов Н.Н., Набиев И.Н. Анализ взаимодействия энергетических и технологических факторов оборудования при исследовании энергоёмкости продукции ДСП // Электронный научный журнал «Отраслевые аспекты технических наук». Россия, Москва, 2016. - №3(51) май-июнь. – С. 32-37. (05.00.00; №60).
12. Рахмонов И.У. Рациональные режимы плавки в сталеплавильных печах и взаимодействия энергетических и технологических факторов // Научно-технический журнал ФерПИ. Фергана, 2016. – Том 20 №3. С. 45-51. (05.00.00; №20).
13. Хошимов Ф.А., Расулов А.Н., Таслимов А.Д., Рахмонов И.У. Определение потерь электрической энергии в оборудовании прокатного цеха // Научно-технический журнал ФерПИ. Фергана, 2016. – Том 20 №3. С. 121-125. (05.00.00; №20).
14. Хошимов Ф.А., Расулов А.Н., Таслимов А.Д., Рахмонов И.У. Оценка эффективности и оптимизация энергетических режимов ДСП-100 узбекского металлургического завода // Научно-технический журнал «Проблемы энерго-и ресурсосбережения». Ташкент, 2016. - №3-4. С. 144-149. (05.00.00; №21).
15. Хошимов Ф.А., Рахмонов И.У. Нормирование электроэнергии в прокатном производстве черной металлургии // Научно-технический журнал «Проблемы энерго-и ресурсосбережения». Ташкент, 2017. - №4. С. 78-82. (05.00.00; №21).

II бўлим (II часть; II part)

16. Таслимов А.Д., Хошимов Ф.А., Рахмонов И.У. Программа расчета энергетических показателей электросталеплавильного цеха // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство DGU №03369 28.10.2015
17. Хошимов Ф.А., Рахмонов И.У. Программа расчета удельного расхода электроэнергии на выплавку электростали // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство DGU №03365 26.10.2015
18. Рахмонов И.У. Программа расчета удельного расхода электроэнергии по видам выпускаемой продукции прокатных цехов металлургических производств // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство DGU №0354417.02.2016
19. Рахмонов И.У., Хошимов Ф.А., Расулов А.Н., Таслимов А.Д. Программа расчета удельного расхода электроэнергии на технологических линиях промышленных предприятий // Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство DGU №0354317.02.2016
20. Рахмонов И.У. Энергетика: Энергетические системы и комплексы. Мероприятия по экономии электроэнергии на компрессорных станциях //

Журнал актуальной научной информации «Аспирант и соискатель». Россия, Москва, 2014. - №6 (84). С.84-87.

21. Хошимов Ф.А., Расулов А.Н., Рахмонов И.У. Прогнозирование электропотребления за счет улучшения эффективности работы компрессорных станций / Сб. трудов международной научной конференции «INNOVATION-2014». – Ташкент, 2014. – С.144-145.

22. Hoshimov F.A., Rahmonov I.U. Analysis of the optimal energy indicators of electric arc furnace // «Austrian Journal of Technical and Natural Sciences». Austria, Vienna, 2015. - №3-4 Mart-April. – P. 52-55

23. Rahmonov I.U. Analysis of problems of management of a power consumption and ways of their decisions / International Scientific-Practical Conference «Science and Innovation in the XXI century: problems and solutions». – The United Kingdom, London, 2015. – P. 22-25.

24. Рахмонов И.У. Снижение электропотребления мощных дуговых сталеплавильных печей // «Промышленная энергетика». Россия, Москва, 2016. - №9 Сентябрь. – С. 7-11.

25. Рахмонов И.У., Хошимов Ф.А., Расулов А.Н. Мероприятия по снижению реактивной мощности в прокатном цехе сталеплавильного производства // «Промышленная энергетика». Россия, Москва, 2016. - №5 Май. – С. 32-36.

26. Рахмонов И.У. Повышение эффективности плавки в дуговых сталеплавильных печах / Сб. трудов XXI международной научной конференции «INNOVATION-2016». –Ташкент, 2016. – С. 131-132.

27. Расулов А.Н., Рахмонов И.У., Дехконбоев А.А. Нормирование удельного расхода электроэнергии в сталеплавильном производстве / Сб. трудов XXI международной научной конференции «INNOVATION-2016». – Ташкент, 2016. – С. 127-128.

28. Рахмонов И.У., Расулов А.Н. Анализ выбора ступеней мощности печного трансформатора для дуговой печи ДСП-100 // «Промышленная энергетика». Россия, Москва, 2017. - №6 Июнь. – С. 16-17.

29. Таслимов А.Д., Рахмонов И.У. Оптимизация режима работы дуговой сталеплавильной печи // «Промышленная энергетика». Россия, Москва, 2017. - №11 Сентябрь. – С. 22-24.

Автореферат «ТошДТУ хабарлари» илмий журнал таҳририятида
таҳрирдан ўтказилди

Бичими 84x60 1/16. «Times New Roman» гарнитураси рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 2,75. Адади 100. Буюртма № 4.

«ЎзР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилди.
100170, Тошкент, Зиёлилар кўчаси, 13-уй