

струмом регулятора і положенням його РПН. Врахування цього чинника дає змогу знизити витрати матеріалів на виготовлення автотрансформатора регулятора приблизно у 1,5–1,78 раза.

1. *Статические компенсаторы реактивной мощности прямого регулирования и их режимы / Под ред. А.Ф. Дьякова и Л.А. Никонца. – М., 1990.*
2. *Никонець Л.О., Кульбіков В.М., Сіваков Д.М. Розвиток принципів розроблення статичних компенсаторів на основі регулювання напруги на статичному елементі // Вісник Інженерної академії наук України. – 2000. – №2. – С.31–36.*
3. *Сіваков Д.М., Шелех Ю.Л. Аналіз аварійних режимів статичного компенсатора прямого регулювання на базі лінійного регулятора // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Електроенергетичні та електромеханічні системи”. – 2001. – №435. – С.130–134.*
4. *Никонець Л.О., Сіваков Д.М. Вимоги до регулятора статичного компенсатора реактивної потужності прямого регулювання // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Електроенергетичні та електромеханічні системи”. – 2003. – №479. – С.137–140.*

УДК 621.365.3.036.7: 621.07.014

І. Труфанов, В. Метельський, І. Андріяс, Л. Богданова
Запорізький національний технічний університет

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖЕННЯМ У МЕТАЛУРГІЇ

© Труфанов І., Метельський В., Андріяс І., Богданова Л., 2005

The analysis of a modern state and substantiation of new efficient technologies of energy saving, energy supply and technology equipment efficiency improvement in metallurgy of ferrous metals and electrometallurgy precision alloys black and heavy black and nonferrous metals will be carried out.

Вступ. На сучасному етапі розвитку ринкових економічних відносин стан і розвиток енергокомплексу визначає ефективність економіки держави і рівень життя населення. Ефективність енергетичного господарства країни визначається техніко-економічною ефективністю використання паливно-енергетичних ресурсів. Ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів визначається співвідношенням між споживанням первинних паливно-енергетичних ресурсів і споживанням електроенергії на одну людину у рік.

Державна політика України в області енергозаощадження на сучасному етапі впроваджується у життя у світлі розробленої системи правових і нормативних актів, створених з метою: регулювання відносин між господарськими об'єктами, державою і юридичними та фізичними особами у сфері енергозаощадження, пов'язаної з видобутком, переробкою, транспортуванням, заощадженням, виробництвом і використанням паливно-енергетичних ресурсів; забезпеченням зацікавленості підприємств, організацій і громадян в ефективному енергозаощадженні, впровадженні енергоощадних технологій, розробці і впровадженні енерготехнологічних машин і устаткування меншої енергоємності; встановлення і закріплення відповідальності юридичних і фізичних осіб у сфері енергозаощадження й ефективного використання енергоресурсів. Можна стверджувати, що на цьому етапі створено нормативно-правову базу енергозаощадження. Так, тільки з 1994 р. було розроблено і затверджено більш як 260 загальнодержавних документів, що так чи інакше мають відношення до проблем енергозаощадження і енергоефективного використання енергетичного потенціалу України. Законом України “Про енергозбереження” забезпечується державна підтримка в області систематичних комплексних досліджень у сфері енергозаощадження для розробки наукових основ створення новітніх енергоощадних процесів і технологій.

Стан проблеми енергозаощадження в металургії. Така політика держави в енергетичному комплексі вже дає поліпшення деяких економічних й енергетичних показників: якщо в 1991 р. Україна споживала близько 6,1 т у.п. на людину, то у 2002 р. цей показник знизився до 5 т у.п.

Однією з головних причин низької енергетичної ефективності є енергооснащеність промисловості України на основі морально застарілих та фізично зношених устаткування, техніки та технологій. Наслідком цього є те, що за останні роки витрати енергоресурсів при виробництві продукції істотно підвищилися. Наприклад, прямі витрати котельно-пічного палива під час виробництва електроенергії на початок 2000 р. порівняно з 1991 р. зросли більш ніж на 5,7 %, при виробленні чавуну і прокату чорних металів – більш ніж на 10 %, виробництві електросталі – близько 8 % тощо. Цей етап обумовлений структурною перебудовою економіки національного господарства, що покликана знизити необхідні потреби в паливно-енергетичних ресурсах на 30 % і сприяти досягненню зменшення залежності держави в паливно-енергетичних ресурсах, насамперед за рахунок власного видобутку первинних енергетичних ресурсів та альтернативних видів палива й енергії. Згідно з третім етапом виконання Програми планується, що загальний потенціал енергозаощадження у 2010 р. повинен становити 70–100 млн. т у.п.

У світлі вимог Державних нормативних документів у Запорізькій області було створено Обласну науково-технічну раду з енергозаощадження, якою була розроблена і розпорядженням глави обласної державної адміністрації затверджена Комплексна програма енергозаощадження Запорізької області. У результаті реалізації зазначеної Програми були практично виконані всі положення першочергових низькозатратних заходів (1997–2000 рр.). Основною метою виконання зазначеної програми є не тільки впровадження комерційного обліку енергоносіїв на рівні підприємства, але і створення на основі сучасних вимірювальних засобів автоматизованих систем контролю обліку споживання і керування витратами енергоносіїв і енергоресурсів (АСУЭР) у внутрішніх підрозділах як основного рушія оптимізації енергоспоживання технологічними процесами різних виробництв для зниження необхідних витрат енергоносіїв на одиницю продукції.

Для виконання рішень цих документів на ВАТ Запоріжферосплав використовується феросплавний газ замість частини природного. На ВАТ Запоріжсталь для ширшого використання доменного газу розроблено заходи і реалізовані технології з доведення температури чистого доменного газу до рівня необхідних показників режимної карти. За рахунок використання тепла від охолодження електрокорунду ВАТ Запорізький абразивний комбінат за рік заощаджує 40 тис. грн., 90 тис. м³ природного газу, забезпечує потреби у побутовій гарячій воді частини цехів та підрозділів заводу. Використовуються резерви підвищення енергоефективності за рахунок модернізації діючого парку нагрівального устаткування на металургійних і машинобудівних підприємствах за участю Запорізького відділу ЗАТ УкрНДІ “Електротерм”, що особливо актуально для Запорізької області. Значний потенціал енергозаощадження пов’язаний з інтенсифікацією використання в базових галузях промислової силової електроніки, у т.ч. продукції запорізьких заводів “Перетворювач”, “Електроапаратний завод” тощо. Значні інвестиції були використані заводом “Дніпроспецсталь” при реконструкції частини електросталеплавильного виробництва: на устаткування цеху АКР, комплексу ”ківш-піч”, вакууматора тощо. Тільки на переустаткування комплексу “ківш-піч-вакууматор” інвестовано більше 30 млн. дол. США.

Економія паливно-енергетичних ресурсів упродовж 1997–2000 рр. у середньому становила: у чорній металургії: близько 85 тис. т у.п., у т.ч. 64 млн. кВт-год електроенергії, більше 30 тис. Гкал теплової енергії і 12 млн. м³ природного газу при витратах близько 15 млн. грн. При цьому ВАТ “Запоріжсталь” і ВАТ “Запорізький сталеплавильний завод” одержали сторонніх інвестицій на виконання заходів щодо енергозаощадження у сумі більше 10 млн. грн. Витрати на економію 1 т у.п. становлять близько 160 грн.; у кольоровій металургії – 43 тис. т у.п, у тому числі 118 млн. кВт-год електроенергії, 3,5 тис. Гкал теплової енергії, 1,35 млн. м³ природного газу при витратах близько 7 млн. грн. Сторонні інвестиції потрібні були ВАТ “Запоріжжяалюмінієвий комбінат”, Запорізький титано-магнієвий комбінат, ВАТ “Укрграфіт” на суму 5 млн. грн. Витрати на економію 1 т у.п. становили близько 150 грн.; у машинобудуванні – 26,6 тис. т у.п, у т.ч. 23 млн. кВт-год електроенергії, 16,5 тис. Гкал теплової енергії, 4 млн. м³ природного газу при витратах 8,3 млн. грн., при цьому витрати на 1 т у.п становили близько 513 грн.; у легкій промисловості – близько 4 тис. т

у.п, у т.ч. 194 тис. кВт·год електроенергії, близько 4 тис. Гкал тепла, 1.1 млн. м³ природного газу при витратах близько 60 тис. грн. Витрати на 1 т у.п. становили близько 16 грн.

На сучасному етапі виконання першочергових заходів, рекомендованих для впровадження на підприємствах і в галузях, на основі розробок НДІ, вищих навчальних закладів та інших наукових підрозділів проводяться роботи з впровадження в галузях промисловості, АПК та ЖКС (НДІ “Перетворювач”, ВАТ “Перетворювач”, ВАТ Запоріжтрансформатор, ВАТ ВІТ, ВАТ Запорізький електроапаратний завод тощо): використання на електрогенеруючих станціях (ЗАЕС, ЗаТЕС, облэнерго) вставок постійного струму для підвищення ефективності використання електроенергії (разом з ВАТ ВІТ); упровадження ТКРМ, перетворювачів ТПП, ТПЕ, ЕКТ (Запоріжсталь, Запоріжферосплав, ЗаЛК, Запоріжабразив, Дніпроспецсталь) при модернізації однофазних печей з виробництва кремнію, руднотермічних печей, дугових сталеплавильних печей і печей з виробництва білого, чорного і зеленого електрокорунду; впровадження транзисторних перетворювачів як регуляторів потужності для установок електрозварювання в середовищі захисного газу (ЗАЗ, ЗЕМЗ та інші підприємства); використання індукційної установки ППП-1-1/200 УХЛЗ.1 (1 кВт), 40 кГц; переобладнання рухомого складу регуляторами РТ-300/700, перетворювачами ТПП, ТПЕ-1, ТПЕ-2 та ін. перетворювачами фірм All та Bradley Siemens тощо. (Запоріжелектротранс, Агропромкомплекс, ЖКГ “Джерело-ЮТ”, Компанія “Еско-Схід”), використання енергоощадних типових і нових високоєфективних систем контролю, обліку і керування режимами енергоспоживання на промислових і комунальних підприємствах області (пари, газу, води, тепла, електроенергії).

Стан енергозаощадження в електрометалургії. У Запорізькому національному технічному університеті проводиться ряд робіт з удосконалення і розробки нових підходів при розробці електротехнологічних комплексів сучасних потужних дугових печей для чорної металургії та електрометалургії (феросплавне, абразивне виробництво тощо) стосовно до умов заводів м. Запоріжжя та регіону. Як мінімізуючі (максимізуючі) фактори та екстремальні критерії рівняння вектора стану системи зазначених електротехнічних систем електропічних агрегатів електричних печей на основі технології плавлення вищого рівня, особливо чистих сталей і прецизійних сплавів, нами прийняті критерії організаційного, енергоекономічного, електротехнологічного характеру, що використовуються при розробці систем електротехнологічного устаткування різного ієрархічного рівня: приведення діючих потужностей підгалузей, виробництв і агрегатів відповідно до кон'юнктури зовнішнього і внутрішнього ринку; часткового впровадження сучасних технологій плавлення сталі на діючому виробництві (перехід на постійний струм сплавних печей і печей копрових цехів тощо); досягнення проектних потужностей на уведених в експлуатацію нових прокатних станів, що підвищує експортний потенціал галузі; часткової прокатки металу з організацією мінімальних втрат температури гарячих злитків і гарячих заготовок при переміщенні їх від сталеплавильного виробництва і сортопрокатних станів; підвищення висоти шару агломерату і зменшення дрібної фракції в агломераті; часткового впровадження методів підвищення температури дуття в повітряних нагрівачах доменних печей; часткового капітального ремонту технологічних і енергетичних агрегатів; часткового ремонту теплоізоляції трубопроводів теплотрас; часткового поліпшення використання доменного, коксового, конверторних, феросплавних газів, газів абразивного виробництва і виробництва графітованих електродів; часткового введення в роботу автоматизованих систем комерційного і технічного обліку витрат первинних енергоресурсів; часткового виконання малозатратних і організаційних робіт зі скорочення витрат вторинних енергетичних ресурсів (кисню, повітря, води й ін.); підвищення (росту) обсягів виробництва металургійної продукції; проведення енергоаудиту силами чи підприємств та сторонніми організаціями; розробки заходів щодо економії ПЕР, ВЕР, ТЕР, виконання яких систематично повинно контролюватися керівництвом підприємств; проведення заводськими комісіями з економії ПЕР обстежень цехів і ділянок на предмет виявлення невиробничих втрат палива й енергії; недостатньо ефективного функціонування економічних механізмів, передбачених державною програмою енергозаощадження, що сприяли б матеріальній зацікавленості підприємств

і фізичних осіб в економії ПЕР; часткової втрати алгоритмів керування складним металургійним комплексом, що призвело до порушення неперервності і ритмічності технологічних процесів, особливо на підприємствах з повним металургійним циклом і коксохімії; відсутності гарантованих “папок” замовлень на найближчий час і на подальшу перспективу як на зовнішньому, так і на внутрішньому ринку; відсутності ритмічного забезпечення металургійних підприємств рудною сировиною, коксом, металом, вогнетривкими матеріалами й ін.; низької якості рудної сировини і коксу; невиконання нормативів забезпечення сталеплавильного виробництва скрапом, що приводить до перевитрати енергоємного гарячого чавуну; хронічного глибокого обмеження металургійних підприємств у споживанні електроенергії і зниження тиску газу; відсутності на підприємствах систем автоматизованого комерційного і технічного (внутрішньозаводського) обліку і контролю усіх видів енергоносіїв, що не уможлиблює вчасно виявляти й усувати причини їхніх перевитрат; погіршення складу фахівців енергослужб і зниження нормативів їхньої чисельності.

Реалізація завдань росту потужності ДСП (дугових сталеплавильних печей) поставила серйозні проблеми побудови систем електропостачання й електрифікації енергоукомплектування печей для забезпечення економічності і необхідних показників якості динамічного функціонування електропічного комплексу в цілому.

На сьогодні системи електропостачання та електрифікації ДСП орієнтовані на використання надпотужних печей четвертого покоління (ДСП-100-200т). Трансформатори для таких печей мають два типи виконання: а) первинна напруга 35 кВ для установки додаткових ДСП при розширенні ЕСПЦ чи модернізації діючих застарілих печей; б) на напругу 110 кВ для новостворюваних ЕСПЦ, що працюють за технологіями вищого рівня. Перевага в деяких випадках при модернізації віддається варіанту 110 кВ без проміжної трансформації в поєднанні з пристроями динамічної компенсації (УДК), при цьому за наявності мереж 220 і 330 кВ ДСП підключається через знижувальні триобмоткові трансформатори напругою 220–330 /110/35-10 кВ до обмоток 110 кВ, а компенсуювальні пристрої – до обмоток 35–10 кВ. Для печей 150–250 т, у т.ч. печей постійного струму електропічні трансформатори виготовляються на напругу 220 кВ і підключаються до мережі безпосередньо без ГПП (без проміжної трансформації). Залежно від потужності к.з. приймається спосіб компенсації реактивної потужності: статичний (СКРМ) чи динамічний (ДКРМ типу ТКРМ). Для підключення печей використовуються спеціальні вакуумні вимикачі КРП (РП-110-220 кВ), які монтується в цехах чи безпосередньо біля печей. Ці аспекти розробки і створення систем електроукомплектування електрометалургійного призначення дають змогу проводити: а) технічне переозброєння діючих і будівництво нових ЕСПЦ; б) заміну мартенівських печей дуговими; в) перспективне проектування мінізаводів із ДСП (у т.ч. постійного струму) на основі печей 100 (125 т) з електропічними трансформаторами 80 МВ·А, печей 150–200 т з агрегатами 90–120 МВ·А, печей 200–250 т постійного струму з агрегатами 160 МВ·А.

Напрямки підвищення енергоефективності в електрометалургії. На системи автоматизації в металургії на локальному рівні покладається рішення таких основних завдань: а) алгоритмічне обґрунтування і реалізація адаптивних і екстремальних законів ведення технологічного процесу; б) одержання й обробка оперативної інформації про стан силової і комутаційної апаратури на стороні напруг 6 (10), 35, 110, 220 кВ системи електропостачання; в) одержання та аналізу показників енергоспоживання по енергоємних об’єктах, вузлах навантаження, технологічних межах і виробництву; г) діагностики несправностей на контрольованих об’єктах; д) керування веденням технологічного обліку енергоспоживання і витрати енергоресурсів по розрахункових об’єктах (енергоємних агрегатах, дільницях, цехах, переділу виробництва в цілому); е) контролю роботи систем локальної автоматики, динамічного прогнозування роботи печі на різних режимах і режимів електро- і енергоспоживання; і) ведення технологічних паспортів роботи електроукомплектування; к) обробки техніко-економічної інформації про теплотехнологічні режими і процеси на локальних рівнях з метою її передачі на системи верхнього рівня ієрархії.

Одним із ефективних шляхів створення енергоощадних систем керування режимом електропоживання є підвищення показників динаміки існуючих регуляторів потужності дугових

сталеплавильних печей. Для цього на основі використання серійних систем регулювання положення електродів з виконавчими електроприводами постійного струму типу АРДМ-Т [1] чи СТУ-022 (СТУ-7222) доукомплектованих гідромеханічною підсистемою демпфування полігармонічних коливань у декількох площинах механічної системи приводу [2] пропонується розробити високоефективну мікропроцесорну систему регулювання положення електродів. Основою для розроблення структури і функціональних властивостей адаптивного регулятора потужності дуг є вимога астатичності по швидкості переміщення електрода відносно моменту навантаження, який неперервно змінюється упродовж плавки з причини підплавлення (зменшення ваги) електродів та інваріантності до збурень в інших фазах, тобто реалізація автономного по фазних каналах процесу регулювання потужності дуг [3].

Другим напрямком підвищення енергоефективності є розроблення теоретичних підходів моделювання і проектування експертних енергоощадних систем. За математичну базу інформаційного забезпечення створення експертної системи керування електросталеплавлення пропонується використати математичний апарат технічної кібернетики з елементами економічної кібернетики у вигляді векторно-матричної структурної схеми [4].

Третій напрямок полягає в проведенні та реалізації параметричної та структурної оптимізації системи керування процесом електросталеплавлення, що трансформується у розв'язання задачі векторної оптимізації декількох часткових скалярних функцій (критеріїв оптимальності) на основі узагальненого функціоналу енергозаощадження з урахуванням обмежень на множину варіативних параметрів системи та на самі функції. Найважливішим етапом цього напрямку поширення енергозаощадження в електрометалургії є розробка алгоритмів прямого керування на базі промислових контролерів і мікрокомп'ютерів, при цьому алгоритми будуються на основі інтегрального критерію енергозаощадження. За вхідний вектор приймається вектор потоків енергії $\bar{Q}_{zt}^{(r)} = \{Q_{1t}^{(r)}, Q_{2t}^{(r)}, \dots, Q_{mt}^{(r)}\}$, а за вихідний – вектор енерготехнологічної ефективності

$\bar{q}_{zt}^{(r)} = \{q_{z1t}^{(r)}, q_{z2t}^{(r)}, \dots, q_{zmt}^{(r)}\}$. Відповідно вектори для дискретного і безперервного часу $\bar{Q}_z = \sum_{t=0}^{\theta} R\{\bar{Q}_{t-\tau}, \tau\}$,

$\bar{Q}_z = \int_0^{\theta} R(Q_{t-\tau}, \tau) dt$, $q_{zt} = \sum_{t=0}^{\theta} P\{q_{t-\tau}, \tau\}$, $q_{zt} = \int_0^{\theta} P(q_{t-\tau}, \tau) dt$. Рівняння руху системи для дискретного

$\Delta \bar{Q}_{zt} = \left[\frac{\partial R}{\partial \bar{Q}_t} \right]_{Q_t=\bar{Q}} \Delta \bar{Q}_t dt$, $\Delta Q_{zt} = \int_0^{\theta} \left[\frac{\partial R(\tau)}{\partial \bar{Q}_{t-\tau}} \right]_{Q_{t-\tau}=\bar{Q}} \Delta Q_{z(t-\tau)} dt$, величини $\left[\frac{\partial R}{\partial \bar{Q}_t} \right]_{Q_t=\bar{Q}}$, $\left[\frac{\partial R}{\partial \bar{Q}_{t-\tau}} \right]_{Q_{t-\tau}=\bar{Q}}$ – якобіани, елементи

яких мають значення, що відповідають стану рівноваги, звідки маємо таке матричне рівняння руху системи елементів енергетичного тракту виду:

$$\begin{bmatrix} 0 & \Delta Q_2^{(1)}, t+\theta & \dots & \Delta Q_N^{(1)}, t+\theta \\ \Delta Q_1^{(2)}, t+\theta & 0 & \dots & \Delta Q_N^{(2)}, t+\theta \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Delta Q_1^{(N)}, t+\theta & \Delta Q_2^{(N)}, t+\theta & \dots & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\partial R_{21}}{\partial Q_t^{(2)}} \Delta Q_t^{(2)} & \dots & \frac{\partial R_{N1}}{\partial Q_t^{(N)}} \Delta Q_t^{(N)} \\ \frac{\partial R_{12}}{\partial Q_t^{(1)}} \Delta Q_t^{(1)} & 0 & \dots & \frac{\partial R_{N2}}{\partial Q_t^{(N)}} \Delta Q_t^{(N)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial R_{1N}}{\partial Q_t^{(1)}} \Delta Q_t^{(1)} & \frac{\partial R_{2N}}{\partial Q_t^{(2)}} \Delta Q_t^{(2)} & \dots & 0 \end{bmatrix},$$

де $\Delta Q_{ii}^{(N)}$ – оператор Лапласа; $\left[\frac{\partial R_{iN}}{\partial Q_{ii}^{(i)}} \right]$ – оператор Гамільтона.

Розробка оптимальних адаптивних алгоритмів регулювання координат технологічного процесу ґрунтується на різноманітті геометричних моделей у вигляді комбінованих моделей. Розв'язання задачі інтерактивного перетворення проводиться на основі варіювання в інтерактивному режимі значень параметрів відповідної ієрархічної моделі. Побудова системи моделей, орієнтованої на процесі інтерактивного перетворення об'єктів, проводиться на основі принципів системно-структурного моделювання.

Висновки. Беручи до уваги сучасний стан металургійної галузі України, можна констатувати, що проблема економії паливно-енергетичних ресурсів у цій галузі є актуальною та важливою. Завдяки виконанню практичних рішень загальнодержавних нормативно-правових та стимулюючих документів з проблеми енергозаощадження та ефективного використання енергетичного потенціалу України за останні три–чотири роки отримано зменшення енергоємності національного валового продукту України на фоні його зростання. Розроблено конкретні концептуальні напрямки реалізації енергозаощадження в електрометалургії, практичне використання яких дасть змогу зменшити питомі витрати енергетичних ресурсів у процесі електросталеплавлення.

1. *Электрооборудование и автоматика электротермических установок: Справочник / А.П. Альгаузен, И.М. Бершицкий, М.Д. Бершицкий и др. / Под ред. А.П. Альгаузена, И.М. Бершицкого, М.Я. Смелянского, В.М. Эдемского. – М., 1978. 2. А.с. 1236294 СССР. Механизм перемещения электродов / Е.В. Городецкий, Ю.А. Винник. – Оpubл. в БИ №21, 1986. 3. Труфанов И.Д. Разработка и создание компьютерных энергосберегающих САР режима электросталеплавильных печей // Вісник Державного університету “Львівська політехніка” “Радіоелектроніка та телекомунікації”. – 1998. – №352. – С.166–175. 4. Труфанов И.Д., Андрияс И.А., Бондаренко В.И., Мехамад Салах Рихан, Пачколин Ю.Э. Теоретические аспекты моделирования и проектирования экспертных энергосберегающих систем управления энергосбережением // Придніпровський науковий вісник: Технічні науки. – 1998. – №56(123). – С.28–43.*

УДК.621.187.3

Є. Якимів, Й. Мисак, Я. Івасик, В. Близнюк, Н. Лашковська
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплотехніки і теплових електричних станцій

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ УМОВ ТЕПЛООБМІНУ ПІД ЧАС ЗАХИСТУ ПОВЕРХОНЬ НАГРІВАННЯ КОТЛА

© Якимів Є., Мисак Й., Івасик Я., Близнюк В., Лашковська Н., 2005

Work concerns definition of optimum conditions of heat exchange in boiler furnace which is in a reserve. During realization of analytical evaluation was determined the method of improvement of heat exchange conditions in boiler furnace is the increase of speeds of air on surfaces of metal of heat exchange elements.

Постановка проблеми. Під час збереження енергетичного устаткування в резерві умовою надійного його зберігання є підтримання температури поверхні металу теплообмінних поверхонь вище від температури точки роси. Нагрівання поверхонь проводиться попередньо підігрітим повітрям і триває деякий час. Нагрівання повітря проводять до температури 50, 70, 90 °С [1], хоча чітко не відомо, за якої температури підігрітого повітря поверхня металу буде достатньо нагрітою, а також виникає питання чи варто нагрівати повітря до температур 70, 90 °С і вище.

Аналіз досліджень і публікацій. Згідно з [1] рекомендовано підігрівати повітря до 70 °С і вище для термічного захисту поверхонь нагрівання. На основі проведених експериментальних досліджень для котла ТГМП-314 згідно з [2, 3] температура металу нижньої радіаційної частини знаходиться в межах 50–55 °С при нагріванні повітря до 85–90 °С. Збільшення температури підігрівання повітря призводить до перевитрат енергії під час термічного захисту поверхонь нагрівання котла.

Мета роботи – складання і розв’язок задачі визначення умов теплообміну в паливній котла під час проведення термічного захисту поверхонь нагрівання котла з метою визначення оптимальних умов теплообміну.