

Түйіндеме

Турбогенераторлардың қалдық ресурсына диагностика жасау бойынша директивтік құжаттардың анализі жасалған. Турбогенераторды әдістер мен құралдарды пайдаланудың мүмкін болатын ең жоғарғы мүмкіндігін пайдалану арқылы кешендік тексерісі генератордың ескіруінің деңгейі мен қалдық ресурсын ең жоғарғы мүмкіндікпен бағалауға болатыны анықталған.

Resume

The analysis of directive deeds on diagnosing of the residual resource of turbo-alternators is carried out. Complex diagnostic study of the turbo-alternator will allow to size up extent of deterioration and the residual resource of the oscillator with the greatest probability

УДК 621.365.5

**ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ
ЯВЛЕНИЯ В ИНДУКЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
НАГРЕВА И ОБРАБОТКИ ЖИДКОСТЕЙ****К.В. Хацевский**

Омский государственный технический университет,
Российская Федерация

1. Постановка задачи

Основные принципы расчета и эффективность эксплуатационных характеристик индукционных нагревателей с коаксиальными цилиндрами приведены в [1–5]. Теплообмен жидкости с нагревающими цилиндрами определяется законом Ньютона и, следовательно, коэффициентом теплоотдачи.

Взаимодействие жидкости с нагревающей поверхностью зависит от удельной плотности теплового потока при теплообмене и определяет характер движения жидкости совместно с электродинамическими процессами непосредственно около поверхности нагрева (объемное или поверхностное кипение, нагрев без парообразования). Коэффициент теплоотдачи в этом случае зависит от характера взаимодействия с нагревающей поверхностью и, следовательно, целого ряда факторов: температур теплоотдающей поверхности $T_{нар}$ и тепловоспринимающей среды T_n , формы и геометрических размеров нагревающих стенок, характера конвективного движения жидкости со скоростью $V_{г}$, изменяющегося за счет действия электродинамических сил, возникающих при взаимодействии электропроводной воды с электромагнитным полем,

физических свойств жидкости, зависимых от температуры. Величина теплового потока, поступающего в жидкость от нагревающей поверхности, в свою очередь, определяется тепловыделением в короткозамкнутых витках индукционной системы нагрева и оценивается на основе решения уравнения теплопроводности с внутренними источниками тепла [6].

Неотъемлемым свойством любой индукционной системы нагрева является наличие электромагнитных полей, которые определяют не только интенсивность преобразования электрической энергии в тепловую, но и магнитогидродинамические явления непосредственно в нагреваемой жидкости с преобразованием части электрической энергии в механическую и, как следствие, в электродиффузную при интенсификации химикотермических процессов. Взаимосвязи этих процессов изучены недостаточно, а исследовать их экспериментально в пространстве индукционной системы нагрева воды практически невозможно. Поэтому потребовалось разработать расчетно-экспериментальный метод оценки режимов работы индукционных систем нагрева воды с одновременным снижением ее солесодержания.

2. Термохимические процессы при нагреве воды

Одновременность протекания электротермохимических и теплофизических взаимодействий в нагреваемой воде определяет необходимость изучения влияния на эти процессы напряженностей электромагнитного поля и электродинамических сил, возникающих в гидродинамических потоках нагреваемой воды. В качестве модельного объекта исследований будем рассматривать водопроводную воду со стандартным солесодержанием 6–7 мг-экв/кг.

Направленность термохимических процессов и интенсивность их протекания можно оценить на основе анализа эксплуатационных характеристик наиболее распространенных на практике систем нагрева воды. Отопительные электроустановки, выпускаемые промышленностью, обеспечивают нагрев воды при плотностях теплового потока $(2-8) \cdot 10^4$ Вт/м². Длительность безремонтного периода работы такой системы на основе трубчатых электронагревателей (ТЭН) ограничивается скоростью роста отложений (накипи) на поверхности нагревателя и при толщине отложений в 0,5 мм составляет 800–1000 часов. Электродные электродкотлы, в которых нагрев воды осуществляется за счет пропускания через воду электрического тока, сохраняют свои нагрузочные характеристики в течение 200–300 часов. Затем происходит снижение мощности из-за накопления на электродах отложений. Эти же процессы формирования отложений протекают в любой теплосети, включая системы централизованного теплоснабжения от ТЭЦ и котельных.

Химический анализ отложений показывает, что к основным составляющим относятся карбонатные соединения $(Ca, Mg, Fe) \cdot CO_3$, сульфатные $CaSO_4 \cdot 3H_2O$,

гидроокиси магния $Mg(OH)_2$, оксиды железа в различных формах (гидроокиси $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$, гематиты Fe_2O_3 , вюситы FeO), шпинелиды, магнетиты Fe_3O_4 . Силикаты в отложениях встречаются как в виде безводных соединений, так и в виде гидратированных молекул.

Коррозионная агрессивность воды определяется содержанием диоксида углерода CO_2 , кислорода O_2 , сероводорода H_2S , окислов железа и ионов Cl^- и SO_4^{2-} . Химический состав воды в системах отопления может изменяться в процессе эксплуатации за счет коррозии металла труб в теплосети, взаимодействия воды с воздухом и поступлением добавочной воды. Поэтому несмотря на расход солей в процессе накипобразования и формирования отложений в трубах, радиаторах и на нагревателях коррозионная способность воды самовосстанавливается, а формирование отложений происходит непрерывно. Этому способствуют реакции окисления железа с образованием бикарбоната: $Fe + 2CO_2 + 2H_2O = Fe(HCO_3)_2 + H_2$, с последующим образованием оксидов железа и вторичной двуокиси углерода: $4Fe(HCO_3)_2 + O_2 = 2Fe_2O_3 + 8CO_2 + 4H_2O$.

Проведенный анализ химико-термических процессов накипобразования в замкнутых системах отопления показал, что особенно перспективным является создание устройства, которое бы не только обеспечивало нагрев воды, но и интенсифицировало проведение рассмотренных химических реакций до скоростей, превышающих скорость восстановления коррозионных способностей воды, с получением нерастворимых соединений в объеме нагреваемой воды без осаждения продуктов реакции на каких-либо поверхностях.

Проведенные исследования показали, что такой практический результат возможно получить при реализации электронагрева в режимах пузырькового кипения в индукционных системах с движущимися слоями воды, если обеспечить необходимые критические тепловые потоки и оптимальные напряженности электромагнитного поля в областях солеобразования. Взаимодействие пароводяной смеси с электромагнитным полем, величина электродинамических сил, возникающих при этом взаимодействии, во многом определяются скоростями движения и электропроводностью этой смеси, которая зависит от интенсивности теплофизических режимов нагрева воды.

3. Магнитогидродинамические явления в индукционных системах нагрева воды

В электромагнитном поле, создаваемом индуктором, на условно неподвижную электропроводную жидкость действует объемнораспределенная сила \vec{F} , направленная перпендикулярно вектору плотности тока $\vec{\delta}$ и вектору магнитной индукции \vec{B} . Эта сила максимальна при взаимной

перпендикулярности тока и силовых линий поля (вектора магнитной индукции \vec{B}) и в конкретном случае определяется электропроводностью воды и частотой тока индуктора f . Взаимная ориентация векторов \vec{F}_a , \vec{j}_a , \vec{B}_a соответствует известному правилу левой руки и приведена на векторной диаграмме рис. 1, а.

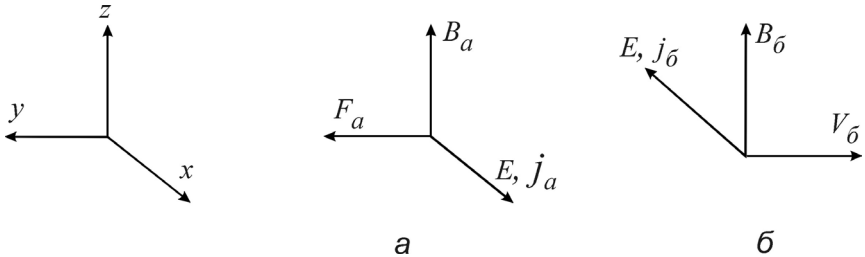


Рисунок 1 - Векторные диаграммы силовых воздействий на движущуюся жидкость, вызванных изменениями магнитного поля во времени (а) и движением жидкости относительно магнитного поля (б).

При принудительном движении проводящей жидкости в магнитном поле в жидкости индуцируется электрическое поле \vec{E}_a и возникает ток \vec{j}_a , направление которых определяется по правилу правой руки (рис. 1, б). При взаимной перпендикулярности направлений движения (V_0) и линий магнитного поля (B_0) возникающие силы максимальны по величине и направлены против движения жидкости. При других углах между скоростью движения и линиями поля силы имеют также и компоненту, нормальную к скорости движения (V_0). Эта составляющая усиливает турбулентность движения потока жидкости. При параллельности движения жидкости и силовых линий взаимодействие потока жидкости с полем отсутствует [7].

Рассмотренные эффекты проявляются как в постоянных, так и в переменных полях (в последнем случае процессы взаимодействия определяются мгновенными значениями величин). В переменном магнитном поле возникают дополнительные силовые взаимодействия между полем и токами, наведенными в жидкости колебаниями этого поля. При этом силы действуют в направлении распространения электромагнитной энергии в жидкости.

Как установлено экспериментально для интенсификации термохимических реакций в жидкости определяющим являются не столько абсолютные значения возникающих электродинамических сил, сколько вихревой характер

поля этих сил. При этом, скорости движения элементарных объемов жидкости должны быть соизмеримы со скоростями протекающих химических реакций в жидкости. Обеспечивая в цилиндрической системе индукционного нагрева

оптимальный угол α между направлениями \vec{B}_a и $\vec{V}_a = f(z, r, j)$ создаются условия трехмерного характера растекания тока, составляющие которого зависят как от \vec{B}_a , так и от \vec{V}_a .

При атмосферном давлении электропроводность паровой фазы значительно ниже электропроводности водяной фазы. Поэтому пароводяную смесь можно рассматривать как систему, состоящую из двух компонент - проводящей электрический ток (воды) и диэлектрика (пара). Электропроводность такой гетерогенной системы зависит от проводимости водяной фазы, объемного паросодержания и структуры пароводяной смеси. Для конкретной объемноодинаковой пароводяной смеси можно аналитически рассчитать электропроводность на основе теории Максвелла для проводников с диэлектрическими включениями. Такой расчет обеспечивает достаточную точность, если паровая фаза (диэлектрик) присутствует в проводнике в виде равномерно распределенных шаровых пузырей одного размера при небольшом объемном содержании пара в смеси.

При реализации нагрева воды в индукционных системах проточного типа пароводяная смесь имеет сложную структуру, включающую пузыри размерами от долей миллиметра до миллиметра с последующим исчезновением после взаимодействия с менее нагретыми объемами воды. Кроме этого, температура воды и, следовательно, паросодержание в пароводяной смеси изменяется от входа потока воды в установку до ее выхода. Для таких сложных структур определять электропроводность пароводяной смеси можно только экспериментальным путем.

Магнитогидродинамические явления, имеющие место при взаимодействии электропроводящих жидкостей с полем, описаны уравнениями Максвелла для движущихся сред [8], Навье - Стокса [7, 8] и уравнением неразрывности. Эта система уравнений не решена до настоящего времени и анализ процессов проводится с использованием методов подобия и моделирования [9]. Основные явления в электропроводящей жидкости можно описать следующей системой уравнений:

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = [\nabla^2 \vec{B} / \gamma \mu] + \text{rot } \vec{V} \times \vec{B}; \quad (1)$$

$$\rho \left[\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla) \vec{V} \right] = -g \text{ grad } p + \eta \Delta \vec{V} + \rho \cdot \vec{q} + \vec{F}_{\text{эп}}; \quad (2)$$

$$\partial \rho / \partial \tau + \operatorname{div}(\rho \vec{V}) = 0, \quad (3)$$

где \vec{B} – магнитная индукция; Тл, $\vec{F}_{\text{эо}} = (\vec{\delta} \times \vec{B}) + \gamma (\vec{V} \times \vec{B}) \times \vec{B}$ – мгновенное значение объемной электромагнитной силы; $\vec{\delta}$ – плотность тока, А/м²; p – гидродинамическое давление, Н/м²; γ – удельная электрическая проводимость, 1/Ом·м; ρ – плотность, кг/м³; η – коэффициент динамической вязкости, н·с/м²; g – ускорение силы тяжести, м/с²; \vec{V} – скорость движения жидкости, м/с; θ – магнитная проницаемость жидкости, Гн/м.

Левая часть уравнения (2) описывает силы инерции, действующие в жидкости при изменении вектора скорости во времени (первый член) и в пространстве (второй член). Выражение $(\vec{V} \nabla) \vec{V}$ представляет производную от \vec{V} по направлению \vec{V} и относится к обычным (ньютоновским) жидкостям. Первые два члена правой части уравнения (2) отражают соответственно влияние градиента давлений в жидкости и внутреннего трения. Третий член описывает влияние на движение силы тяжести и сказывается в случае $\rho \neq \text{const}$. Для несжимаемой жидкости изменение ее плотности возможно в зависимости от температуры T , т.е. $\rho_T = \rho_{20} / (1 + \beta T)$, где β – температурный коэффициент объемного расширения. При появлении пароводяной смеси эффективная плотность также изменяется.

Баланс тепловой энергии, отнесенный к единичному объему жидкости, выражается в дифференциальной форме следующим образом:

$$\rho \cdot c \frac{\partial T}{\partial t} = -\rho c (\vec{V} \operatorname{grad} T) + \lambda \nabla^2 T + p_{\text{omp}} + \delta^2 / \gamma, \quad (4)$$

где c и λ – удельная теплоемкость и коэффициент теплопроводности; T – температура; p_{omp} – удельная мощность, расходуемая на преодоление сил вязкого трения; δ – плотность тока в конкретной области.

Левая часть уравнения (4) описывает приращение в единицу времени тепловой энергии в элементарном объеме, а члены правой части – поступление тепла в этот объем с протекающим через него потоком жидкости $[\rho c (\vec{V} \operatorname{grad} T)]$ за счет теплопроводности $(\lambda \nabla^2 T)$, диссипации механической энергии (переход ее в тепловую) в силу вязкого трения в жидкости p_{omp} и выделения джоулевой теплоты в жидкости (δ^2 / γ) [4].

Удельная мощность, расходуемая на преодоление сил вязкого трения, равна [7]

$$p_{\text{доб}} = h \left\{ \left[\left(\frac{\partial V_x}{\partial y} + \frac{\partial V_y}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial V_y}{\partial z} + \frac{\partial V_z}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial V_z}{\partial x} + \frac{\partial V_x}{\partial z} \right)^2 \right] + \right. \\ \left. + 2 \left[\left(\frac{\partial V_x}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial V_y}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial V_z}{\partial z} \right)^2 \right] \right\}. \quad (5)$$

Дифференциальные уравнения (1)–(5) совместно с уравнениями связи ($\vec{B} = \mu \vec{H}$ и $\delta = \gamma [\vec{E} + (\vec{V} \vec{B})]$), граничными и начальными условиями определяют магнитогидродинамические и тепловые процессы в индукционной установке и, как следствие, химико-технологические процессы в рабочем пространстве. Прямое применение этой системы уравнений в большинстве практических задач встречает принципиальные трудности из-за неопределенности скоростей и давлений в турбулентных режимах, устанавливающихся в системе нагрева. Однако она позволяет построить систему критериев подобия применительно к ламинарным и турбулентным потокам жидкости.

В пределах поставленной задачи общего рассмотрения магнитодинамических явлений используем введенную в [8] и использованную в [9] безразмерную форму уравнений (1), (2) с критериями подобия. В соответствии с безразмерной формой уравнений магнитогидродинамики определяющими критериями являются относительные параметры:

проводимость $\bar{\gamma} = \gamma \mu / \rho$; напряженность электрического поля

$$\bar{E} = \rho \cdot d^2 \gamma^{0,5} E / \eta^{1,5}; \text{ индукция (критерий Гартмана) } \bar{B} = B \cdot d / (\gamma / \eta)^{0,5}$$

относительная скорость (критерий Рейнольдса) $Re = \bar{V} = \rho \cdot V / \eta$.

Исследование закономерностей движения расплавленных металлов в электромагнитных полях вакуумных дуговых печей и индукционных электропечей [7] показали, что критерий относительной проводимости $\bar{\delta}$ следует считать одним из определяющих для рассматриваемой системы уравнений (1) и (2). Предполагая, что для индукционной системы нагрева воды основные принципы взаимодействия в электромагнитных полях не изменяются, необходимо проводить анализ зависимости интенсивности процессов от критерия относительной проводимости $\bar{\delta}$. Для оценки этого критерия необходимо знать абсолютные значения электропроводности воды и пароводяной смеси, находящихся в электромагнитных полях индукционной системы для нагрева воды и имеющей градиенты параметров (температуры, соотношений паровой и водяной составляющих от 0 до 10%, электропроводности, плотности и др.). Точный учет этих свойств при теоретическом рассмотрении внутренних связей параметров практически невозможен. Поэтому анализ магнитогидродинамических явлений будем

проводить для конкретного сечения при $z = const$ (рис. 2), а радиальные градиенты усреднять в пределах рассматриваемых объемов путем введения эффективных значений параметров (средних для конкретных объемов).

Паропроводная смесь и вода относятся к слабо проводящим (полупроводниковым) веществам и характеризуются ионной электропроводностью за счет диссоциации самой жидкости (собственная электропроводность) и примесей (примесная электропроводность). Удельное электрическое сопротивление воды и пароводяной смеси может изменяться в диапазоне от $5 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^5$ Ом·м в зависимости от содержания солей и пара. Поэтому интенсивность взаимодействия воды с электромагнитными полями будет менее ярко выражено, чем с электропроводными металлами. Однако экспериментально нами установлено, что локальное взаимодействие силового электродинамического поля и напряженностей электромагнитного поля на область насыщенных растворов при нагреве воды существенно увеличивает скорости образования нерастворимых в воде солей и тем самым обеспечить снижение жесткости в индукционных системах нагрева.

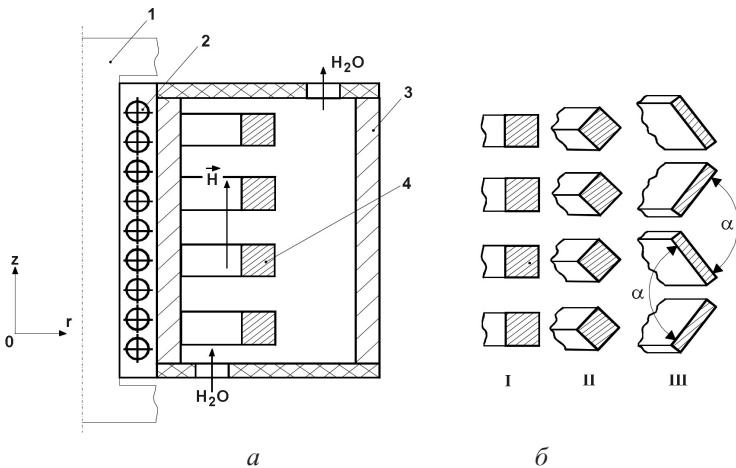


Рис. 2. Схема индукционного нагревателя (а) и нагревающих колец (б):
 1 – магнитопровод; 2 – индуктор; 3 – корпус; 4 – нагревающие кольца;
 α – угол между нагревающими кольцами

Покажем, что для принятой системы индукционного нагрева слабо проводящих жидкостей будет наблюдаться ее циркуляция за счет воздействия электромагнитных сил. Анализ слагаемых правой части уравнения (2) показывает, что если эти составляющие обеспечивают существование потенциального силового поля, то циркуляция будет отсутствовать. В первом приближении можно принять, что первое и третье слагаемые

имеют потенциальный характер. Требование потенциальности поля электромагнитных сил выражается как $\text{rot } \vec{F}_{\text{в}} = 1/m [\text{rot} (\vec{B} \cdot \nabla) \vec{B}] = 0$. Используя преобразование этого уравнения, получим $(\vec{B} \cdot \nabla) \vec{B} - (\nabla \cdot \vec{B}) \vec{B} = 0$. В этом выражении первый член представляет собой умноженную на \vec{B} производную от $\vec{\delta}$, взятую по направлению вектора \vec{B} , а второй – умноженную на $\vec{\delta}$ производную от \vec{B} по направлению $\vec{\delta}$. Для принятой схемы индукционной системы нагрева жидкостей, приведенной на рис. 2, условие потенциальности поля в электропроводной жидкости не соблюдается и, следовательно, циркуляция жидкости за счет электромагнитных сил будет протекать одновременно с нагревом электропроводных цилиндров и колец и движением жидкости за счет перепадов гидростатических давлений и конвективных сил.

Мгновенные значения возникающих в жидкости удельных усилий по координате r вычисляются как сила Ампера, действующая в данный момент времени на ток выделенного из жидкости элементарного проводника единичного сечения и единичной длины, расположенного на расстоянии r от поверхности, на которую падает электромагнитная волна

$$f(r, t) = 0,5\gamma_i \mu_i E_{ms} H_{ms} e^{-2kr} [\cos(\psi_E - \psi_H) + \cos(2\omega t - 2kr + \psi_E + \psi_H)] = F_{yo}(r) + F_{yo}(r, t), \quad (6)$$

где E_{ms} , H_{ms} , ψ_E и ψ_H – амплитуды и начальные фазы напряженностей электрического и магнитного полей на границе падения электромагнитной волны; $K = \sqrt{\omega \mu \gamma_i / 2} = 1/\Delta_{si}$; Δ_{si} – глубина проникновения в конкретный слой цилиндра.

Первое слагаемое в (6) дает среднее за период усилие, а второе – переменную составляющую, пульсирующую с двойной частотой во времени. Такое силовое поле не может иметь характер потенциального в области расположения конических колец (рис. 2), в которых выделяется основная тепловая мощность.

Важной особенностью рассматриваемых индукционных систем является выбор конкретных соотношений геометрических размеров слоистого полого цилиндра с расположением индуктора и магнитопровода в полости этого цилиндра. Размер каждого слоя $\Delta_i < \Delta_{sp}$, а сумма этих размеров $\sum \Delta_{si} \approx \Delta_y^{ph}$, где Δ_y^{ph} – эффективная глубина проникновения неоднородной слоистой системы. В первом приближении можно принимать $\Delta_y^{ph} \approx \Delta_y$ для материала металлических цилиндров (сталь, алюминий, медь и др.).

Так как вода имеет низкую электропроводность и эффективность ее нагрева в электромагнитных полях мала электротепловая задача не ставится и не рассматривается как основная. Повышение температуры воды до насыщения осуществляется от металлических колец (цилиндров), находящихся в электромагнитном поле. Принудительное движение жидкости в области существования этого интенсивного электромагнитного поля, создание градиентной зоны электромагнитных параметров (\vec{H} и \vec{E}) в зависимости от угла α (рис. 2) по направлению потока движения воды, нагретой выше температуры насыщения, позволяет оптимизировать электродиффузионные процессы, в том числе за счет действия статических и динамических (изменяющихся во времени с двойной частотой) составляющих сил (6). При этом величина действующих электродинамических сил увеличивается, так как за счет $\Delta_{н2,0} \gg \Delta_{н2,0}$ плотность тока $\delta_{н2,0}$ в цилиндре, образованном вертикальным слоем воды, может превышать плотность тока в полуграничном теле ($\Delta_j < \Delta$) в тысячи и более раз [1].

В этих условиях наблюдается интенсификация химикотехнологических процессов в соответствии с уравнением [10]

$$\ln C_{i0} / C_i(t) = \beta_i^{эф} / p, \quad (7)$$

где C_{i0} и $C_i(t)$ – начальная и текущая во времени концентрация соли в воде; $\beta_i^{эф}$ – эффективная постоянная массообмена, зависит от \vec{E} , \vec{H} , $T_s(P)$ и характеризует максимально возможную интенсивность процесса сольобразования;

$p = V / S \cdot t$ – удельная производительность процесса сольобразования V/t на единицу поверхности S в пароводяной насыщенной смеси; $T_s(P)$ – температура насыщения воды при конкретном давлении P .

ЛИТЕРАТУРА

1. Вайнберг А.М. Индукционные плавильные печи. – М.-Л.: ГЭИ, 1960. – 456 с.
2. Чердниченко В.С. Расчет индукционных нагревателей с электромагнитными экранами // Электротермия. – М.: Информэлектро, 1967, Вып. 66.
3. Чердниченко В.С. Расчет сопротивления индуктора при электромагнитном экранировании // Электротермия. – М.: Информэлектро, 1970, Вып. 96 – С. 18-19.
4. Чердниченко В.С. Индукционные нагреватели с электромагнитными экранами // Электричество, 1970, №2. – С. 40-44.
5. Чердниченко В.С. Расчет потерь энергии в кожухе индукционных электропечей // Электротермия. – М.: Информэлектро, 1967, Вып. 98. – С. 7-8.

6. Чередниченко В.С., Новиков Ю.П. Расчет тарельчатого аппарата для разделения и очистки металлов возгонкой в вакууме // Вакуумные процессы в цветной металлургии. – Алма-Ата: Наука, 1971. – С. 95-100.
7. Тир Л.Л., Столов М.Я. Электромагнитные устройства для управления циркуляцией металла в электропечах. – М.: Металлургия, 1991. – 280 с.
8. Бочков Д.А., Волохонский Л.А., Никольский Л.Е. Изучение гидродинамических процессов в жидкой ванне вакуумной дуговой печи // Исследование в области промышленного электронагрева (Труды ВНИИЭТО). – М.-Л.: Энергия, 1967. Вып. 2. – С. 33-40.
9. Волохонский Л.А. Вакуумные дуговые печи. – М.-Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 232 с.
10. Чередниченко М.В. Рабочий процесс вакуумных дистилляционных электропечей // Научный вестник НГТУ, 1999. №1(6). – С. 106-116.

Түйіндеме

Қазіргі жұмыста сұйықтарды жьсылту үшін индукциялық жьсылту жүйелерінің қолданылуы қарастырылған және жүргізілетін термохимиялық үрдістерінің талдауларында көрсетілген.

Resume

The problem of application of induction heating systems for processing liquids and the analysis occurring thermochemical processes is considered in this paper.

УДК 65.018

АНАЛИЗ ВРОЖДЕННОЙ СПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.К. Турсунбаева

Қарағандинский государственный технический университет

Введение. При переходе России, Казахстана и других стран СНГ к рыночным отношениям произошли принципиальные изменения социально-экономической среды: была ликвидирована централизованная координация снабжения и сбыта; появились рынки труда и ресурсов; кардинально изменились соотношение видов собственности, хозяйственное законодательство, банковская система, а также принципы ценообразования и инвестирования; расширилось конкурентное пространство. Большинство горнодобывающих предприятий не смогло своевременно приспособиться к деятельности в новых социально-экономических условиях.