

Metals [Текст] / G.A. Hoffmann. – 1958. – №10. – P.591. **6.** Hoffmann, G.A. – Astronautics [Текст] / G.A. Hoffmann. – 1958. – №3. – P. 31. **7.** Hoffmann, G.A. – Neu Sci. [Текст] / G.A. Hoffmann. – 1961. – №9. – P. 40. **8.** Levett, A.P. – Mater. Res. and Standarts [Текст] / A.P. Levett. – 1966. – №6. – P.64. **9.** McCreight, L.R. – Ceramic and Graphite Fibers and Whiskers [Текст]: / L.R. McCreight, H.W. Rauch, W.H. Sutton. – N.Y. – London, Acad. Press, 1965. – 244 p. **10.** Brenner, S.S. – J. Metals [Текст] / S.S. Brenner. – 1962. – №14. – P. 809. **11.** Cratchhley, D. – Met. Rev. [Текст] / D. Cratchhley. – 1965. – №10. – P.79. **12.** Accountius, O.F. – Machine Design. [Текст] / O.F. Accountius. – 1963. – №35. – P.195. **13.** Parratt, N.J. – Powed. Met. [Текст] / N.J. Parratt. – 1964. – №7. – P.152. **14.** Сандулова, А.В. Физика твердого тела [Текст] / А.В. Сандулова, И.И. Марьямова, Ю.И. Загоняч. – Журнал физики. – 1965. – №7. – С. 1581. **15.** Mach. Design. [Текст] / 1960. – №32. – P.27. **16.** Mach. Design. [Текст] / 1960. – №32. – P.19. **17.** Electronics [Текст] / 1961. – №34. – P.68. **18.** Сыркин, В.Г. Материалы будущего: О нитевидных кристаллах металлов [Текст] / В.Г. Сыркин. – М.: Наука, 1990.– 192 с.

Поступила в редколлегию 16.09.2013

УДК 548.31

Об актуальности применения нитевидных кристаллов в современном производстве / Артемьев С. Р. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 56 (1029). – С.204-208. – Бібліогр.: 18 назв.

В матеріалі статті в межах продовження літературного огляду за проблемою дослідження розглянуто основні напрямки застосування ниткоподібних кристалів у сучасному виробництві, наголошено на актуальність подальшого проведення досліджень в питаннях розширення спектру використання даного типу кристалів у різних галузях промисловості

Ключові слова: ниткоподібні кристали, виробництво, спектр розширення, напрямки використання

In the material of the article in the framework of the continuation of the literature review discussed the basic directions of application of whiskers in the modern production, the urgency of further scientific research in the field of further expansion of spectrum use of thread-like crystals in various industries

Keywords: filamentary crystals, production, range extension, the use of

УДК 681.5:519.24

Д. А. ДЕМІН, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ВЫДАЧИ РАСПЛАВА НА ПЛАВИЛЬНО-ЗАЛИВОЧНОМ УЧАСТКЕ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

В статье описана схема управления процессом выдачи расплава из электропечи на литейный конвейер, характерной особенностью которой является использование в системе «печь – литейный конвейер» двухпозиционного заливочного автомата и весодозирующего устройства, обеспечивающего выдачу расплава порциями в соответствии с оптимальной технологической схемой плавки. Показано, что применение описанной схемы управления обеспечивает выполнение компромиссного критерия оптимизации, учитывающего как требования по минимизации энергозатрат, так и требования по минимизации простоя конвейера.

Ключевые слова: система управления, математическая модель, технологическая схема

Введение. Синтез системы управления процессом электроплавки на этапе термовременной обработки расплава должен предполагать реализацию таких процедур, применение которых даёт возможность построения оптимального управления. Такое управление, в числе прочего, должно обеспечивать минимизацию функционала, описывающего суммарные затраты, связанные с перерасходом технологической электроэнергии по причине выдержки в печи-миксере «лишнего»

© Д. А. ДЕМІН, 2013

расплава и простоями литейного конвейера по причине отсутствия металла в момент генерации на него заявки со стороны литейного конвейера. Такая постановка задачи предполагает, что между электропечью и заливочным участком конвейера должна находиться заливочная установка, управление которой должно рассматриваться с позиции интегрированного управления работой всего плавно-заливочного комплекса. Особо необходимо отметить, что управление процессом выдачи расплава при генерации заявки должно осуществляться в соответствии с оптимальной технологической схемой плавки. Ключевая роль в этом отводится весодозирующему устройству как элементу системы управления. Поэтому актуальным для практического применения является обоснование выбора схемы управления весодозирующим устройством, рассматривая последнее не просто как часть плавно-заливочного комплекса, но и как элемент организационно-технической системы «Литейный цех».

Анализ литературных данных. Многие исследователи пытаются решать вопросы управления электроплавкой с позиций рассмотрения электропечей как сложных электротехнологических комплексов, «увязанных» энергетическими и технологическими процессами с другими агрегатами. Ряд моделей, применяемых для управления такими объектами, приведен в работе [1]. Характерными особенностями таких моделей является отражение в их структуре принципов построения, базирующихся на основе подхода к построению ряда частных моделей и выявления основных взаимосвязей между ними вместо построения общей модели. Такой подход авторы обосновывают тем, что любая модель является односторонней, а в сложном процессе всестороннее моделирование достигается построением множества односторонних, но взаимосвязанных моделей, т.е. оправдан метод построения именно системы моделей. При этом обобщенная модель отображает взаимосвязи, процессы, характеристики и параметры энергоэкономического и управленческого характера и представляется в виде условного отображения

$$\vec{F}: \vec{X} \Rightarrow \vec{Y} \mid Q, B, S, T, \quad (1)$$

где \vec{X} - вектор входов,

\vec{Y} - пространство выходов,

Q – пространство ограничений на процессы машинного исследования,

B - ограничения на объект проектирования по влаго-, химо-, термостойкости, вибростойкости, чувствительности систем измерительной техники, эксплуатационной надежности, энергоемкости,

S – пространство реакции процесса проектирования на воздействия окружающей среды,

T – время,

\vec{F} - условный оператор.

Таким образом, авторами [1] разработка модели объекта управления рассматривается как многоэтапный условно-экстремальный целенаправленный процесс, который может быть сформулирован как задача оптимизации функционала вида (2) при выполнении множества условий

$$\text{opt } F(X, Y, Z, Q, B, S, T). \quad (2)$$

Для предотвращения возникающих системологических трудностей [2, 3], возникающих на этапе моделирования, авторы предлагают подход, основанный на рассмотрении модели электротехнологического комплекса как «черного ящика» [4,

5], а также методологию решения частных задач моделирования и конструирования схмотехнических решений. При этом рекомендуется использование следующих основных принципов [6, 7]: развиваемости - система моделирования должна пополняться новыми математическими методами, расширяться в методологическом и функциональном плане без значительных затрат на модернизацию; инвариантности - модель должна иметь специальное математическое, информационное и методологическое обеспечение, инвариантное относительно конкретного технического обеспечения; модульности - модель организуется по иерархическому принципу, допускающему подключение новых модулей различного уровня.

Для реализации этих принципов авторами [1] предложено использовать следующие подходы: метод планирования эксперимента; байесовый; моделирование как процесс функционирования эргатического интеллекта; игровой; с использованием общей теории систем; применение теории автоматов.

Авторами работы [8] отмечается, что целью управления процессом электроплавки, наряду с получением металла заданного качества, с энергетической точки зрения, является высокая энергоэффективность всех основных и вспомогательных технологических процессов. Это связано с тем, что электрофизические, физико-химические, теплоэнергетические процессы в плавильном пространстве печи главным образом зависят от динамики работы электропечного агрегата, в особенности от $\cos\varphi$ «короткой сети», который у электропечных агрегатов очень низкий. Среди основных факторов, влияющих на эксплуатационный $\cos\varphi$, авторы [8] выделяют: электрическую мощность, напряжение питающего тока (длина дуги), состав шихты, количество и состав присадок, карбюризаторов, расход кислорода, электромагнитное перемешивание ванны расплава, раскислители. Поэтому модель для управления процессами плавки должна описывать динамику функционирования короткой сети, т.е. включать в себя параметры, отражающие теплоэнергетические процессы преобразования энергетических потоков в технологическую теплоту плавления при учете электроэнергии и «садки».

С использованием описанных подходов к получению моделей управления авторами работы [9] получена динамическая модель энергоинформационных потоков электротеплового и электротехнического режимов электродуговых печей постоянного и переменного тока. Такая модель учитывает в своей структуре энергоинформационные связи между технологическим обеспечением ($S1$ -связи) и технологическими процессами ($S2$ -связи). Оценка $S1$ -связей определяет степень влияния стратегии и направления развития электрометаллургии, а $S2$ -связей – значимость их реализации. Между ними могут существовать и $S3$ -связи, как связи интеграции, аккумулирующей в себе эффективность отрасли в целом. Как отмечают авторы [9], указанные связи осуществляются при последовательной проверке критериев допустимости (КД), т.е. требований, которым должен удовлетворять коэффициент (параметр, фактор) эффективности. Причем КД, определяющие структуризацию, должны обладать алгоритмами простого (линеаризованного) изменения численных характеристик встречных энергопотоков, которые могут быть использованы при описании квазисимметричных, а, в некоторой степени явно несимметричных, связей по одному энергоносителю (продукту). В работе [10] отмечается, что актуальным для управления электродуговой плавкой является

автоматическое регулирование параметров электрической дуги, основным параметром которой может быть названа ее мощность, непосредственно влияющая на интенсивность нагрева жидкого металла. В связи с этим необходимо располагать математической моделью, которая дает возможность идентифицировать напряжение и мощность на дуге для оптимизации процесса плавки металла по расходу электроэнергии. Такая необходимость продиктована существующей трудностью, связанной с измерением и эксплуатационным контролем напряжения дуги по ходу плавки [11]. Авторами данной работы отмечено, что для мощных электродуговых печей действующее значение напряжения дуги практически постоянно при неизменной длине дуги, т.е. не зависит от действующего значения силы тока, а поэтому для описания дуги в ДСП может быть использовано дифференциальное уравнение, связывающее ток и падение напряжения на дуге [12, 15]:

$$T \frac{dg(t)}{dt} = \left[\frac{i^2(t)}{U_{\partial}^2} - g^2(t) \right] g(t)^{-1}, \quad (3)$$

где T — постоянная времени дуги;

$i(t)$, $g(t)$ — ток и проводимость дуги;

U_{∂} — действующее значение напряжения на дуге.

Передаточная функция дуги по мощности при этом имеет вид

$$W^{dyeu}(p) = \frac{\beta}{T_{\partial}p + 1} = \frac{i}{T_{\partial}p + 1}, \quad (4)$$

где β — относительное действующее напряжение на дуге, равное 0,4–0,6 в восстановительный период [13];

T_{∂} — постоянная времени дуги, при рафинировании составляет (3...8) мс [14].

Построенная авторами [13] модель представляет собой три последовательно соединенных блока: блок задания величин фазных напряжений и токов низкой стороны печного трансформатора; блок определения пиковых значений напряжений и токов на дугах, их перемножения и суммирования для определения величины суммарной мощности, подводимой к металлу от дуги; блок определения напряжения на дуге. Авторами работы [13] делается вывод о том, что полученная модель в силу возможности идентификации напряжения и мощности на дуге открывает возможность оптимизации процесса плавки по критерию минимума энергозатрат. А так как величина мощности дуги определяет интенсивность нагрева металла, то управление по этому параметру позволяет обеспечить требуемое качество сплава.

Приведенные выше результаты обзора исследований, посвященных моделированию управления электроплавкой, позволяют сделать вывод о том, что практически все они ориентированы на получение моделей, описывающих процесс энергетическими параметрами и при всей своей объективной эффективности с точки зрения управления электроплавкой, не в достаточной степени учитывают влияние технологических параметров электроплавки на качество получаемого продукта. Не учитывают они также того обстоятельства, что электропечь должна рассматриваться как элемент организационно-технической системы, в которую помимо самой печи включены ещё заливочная установка, литейный конвейер, машины для изготовления форм и, конечно же, обслуживающий персонал. Учет этих обстоятельств представляется весьма актуальным, так как может позволить разрабатывать комплекс мероприятий по модернизации существующих систем управления процессами плавки и выдачи расплава на конвейер, ведь согласованная работа

названных элементов плавильно-заливочных систем позволяет решать не только задачу снижения энергетических затрат, но и снижения длительности простоев оборудования.

Постановка задачи исследования. Рассматривая плавильно-заливочный комплекс в качестве элемента организационно-технической системы «Литейный цех», необходимо сформулировать задачи, подлежащие решению при поиске оптимального управления процессом выдачи расплава на заливочный участок литейного конвейера. Среди таких задач могут быть выделены:

- необходимость обеспечения высокого качества сплава,
- минимизация затрат на процесс плавки,
- необходимость перевода за минимальное время системы из начального состояния, описываемого параметрами качества сплава при генерации конвейером заявки, в заданное конечное, описываемое оптимальными значениями параметров качества сплава,
- необходимость реализации комбинированного управления – по пути и по времени – с учетом того, что электропечь должна рассматриваться как машина-автомат, интегрированная в формовочно-заливочную линию (конвейер, автоматическую линию).

Это означает, что процедура синтеза системы управления должна учитывать необходимость совмещения нескольких задач и вариантов управления:

- рассматривая электропечь как элемент организационно-технической системы «Литейный цех», управление которой должно обеспечивать выполнение требований, накладываемых оптимальной технологической схемой процесса, предполагается необходимость синтеза комбинированного управления – по пути и по времени;

- рассматривая электропечь как миксер – ёмкость-накопитель с переменными параметрами – химическим составом ванны, глубиной ванны, площадью реакционной поверхности и температурой расплава, – предполагается необходимость построения оптимального по быстродействию управления, обеспечивающего выполнение требований минимизации отклонения фактических показателей качества сплава от заданных на момент генерации заявки на расплав;

- рассматривая полученные в результате синтеза структурные элементы системы, предполагается возможность их программно-технической реализации и интеграции в существующие промышленные системы управления плавильно-заливочным оборудованием.

Иными словами, каждая из перечисленных задач и вариантов управления должны учитываться в общей процедуре синтеза системы управления. При этом необходимо предложить и обосновать вариант схемы управления процессом выдачи расплава на конвейер, который может быть положен в основу синтеза системы управления всем плавильно-заливочным комплексом.

Обоснование методов исследования. В качестве основного метода исследований, в контексте сформулированных задач управления, выбрана процедура логического синтеза, предполагающего возможность учета комбинированных вариантов управления в структуре общей блок-схемы системы управления. Рассматривая электропечь, функционирующую в качестве узла обслуживания системы массового обслуживания (СМО) «печь – литейный конвейер» [16], как подсистемы организационно-технической системы «Литейный

цех», необходимо начинать решение задачи синтеза с построения циклограммы работы электропечи, выбора основных исполнительных механизмов, входных и выходных переменных и формирования общей структуры блок-схемы системы управления. Такой подход позволяет интегрировать процесс управления весодозирующим устройством в систему управления всем плавильно-заливочным комплексом.

Обоснование структуры и описание работы схемы управления. Объект управления представляет собой плавильно-заливочную систему, центральной частью которой является электропечь-миксер (рис. 1). Плавильный участок I (рис. 1) может состоять собственно из электропечи как единого агрегата, в котором осуществляется и плавка, и термовременная обработка расплава – накопление расплава и выдержка при заданной температуре, стабилизация химического состава сплава, подогрев расплава; или первичного плавильного агрегата, в котором осуществляется расплавление шихты, и вторичного агрегата – электропечи-миксера, в которой осуществляется термовременная обработка.

Плавильно-заливочный участок II (рис. 1) включает в себя электропечь-миксер, двухпозиционный заливочный автомат и заливочный участок литейного конвейера. На рис. 1

стрелками показано направление движения конвейера с установленными на него собранными под заливку формами, и направление вращения стойки заливочного автомата с установленными на консолях ковшами, один из которых (находящийся справа) заполнен расплавом, а второй (находящийся слева) пустой и готовый под приём расплава из электропечи-миксера.

Принципиальная схема формирования циклограммы работы печи и управляющих воздействий в процессе плавки и работа исполнительных механизмов показаны на рис. 2, в котором приняты следующие обозначения: ИМ1 – исполнительный механизм переключения ступени напряжения трансформатора, ИМ2 - исполнительный механизм наклона печи, ИМ3 - исполнительный механизм перемещения электродов (если печь электродуговая), ИМ4 - исполнительный механизм открывания рабочего окна, ИМ5 - исполнительный механизм введения ферросплавов.

Задавая в начале процесса общую потребность в расплаве за смену, реализацией алгоритма, изложенного в работе [17], строится оптимальная технологическая схема плавки [18].

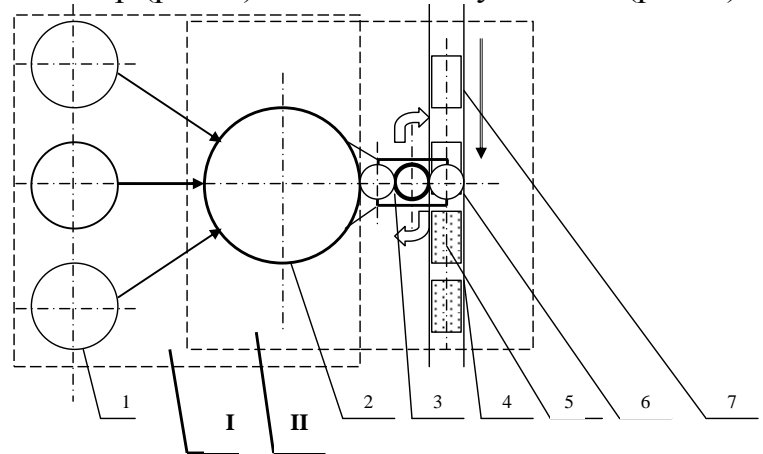


Рис. 1 – Объект управления – плавильно-заливочная система. I – плавильный участок, II – плавильно-заливочный участок. 1 – первичный плавильный агрегат (индукционная печь, электродуговая печь), 2 – электропечь-миксер, 3 – двухпозиционный заливочный автомат, 4 – литейный конвейер, 5 – залитая литейная форма, 6 – заливаемая литейная форма на позиции заливки, 7 – собранная под заливку форма

Одной из основных задач системы управления печью, работающей в составе литейного конвейера, в соответствии с построенной технологической схемой плавки, является контроль массы расплава, выдаваемой на конвейер. Данный контроль может осуществляться с помощью весодозирующего устройства, включенного в состав системы управления приводом наклона-реверса печи и имеющего типовую для заливочной автоматической установки структуру [19], которая может быть адаптирована к системе управления раздачей металла из электропечи. Блок-схема весодозирующего устройства представлена на рис.3. Схема состоит из блока питания, трех силоизмерительных тензодатчиков, устройства автоматической установки системы «на нуль» (АУН) и весоизмерительного

устройства (ВП), которые через релейный блок управляет приводом печи. Тензодатчики выполнены в виде упругой балки с наклеенными на неё 4 полупроводниковыми тензоэлементами. Последние соединены по мостовой схеме, напряжение на которую подается от автономного источника питания.

Весодозирующее устройство работает следующим образом. Как только весоизмерительная платформа заливочного участка конвейера зафиксирует нагрузку от собранных форм с металлоёмкостью, равной массе Δm (рис.1), соответствующий сигнал управления подается на гидрораспределитель привода наклона печи. В соответствии с логическим условием, требующим отключения в этот момент времени печи, срабатывает регулятор переключения напряжения и печь отключается. Гидропривод механизма наклона печи выполняет операцию наклона и расплав начинает сливаться в ковш, установленный на весоизмерительной платформе заливочного автомата. При выдаче расплава из печи и заполнении ковша, расположенного на заливочной позиции автомата, датчики преобразуют массу расплава в электрический сигнал, регистрируемый устройством АУН. Вследствие того, что устройство АУН работает по компенсационной схеме, в момент, когда оно регистрирует новый вес, ток в цепи «датчики - АУН» будет равен нулю. При подключении в эту цепь последовательно АУН весоизмерительного прибора ВП и отключения двигателя реохорда прибора АУН шкала прибора ВП будет оставаться на нулевой отметке до тех пор, пока масса расплава в ковше не начнет увеличиваться, соответственно масса расплава в печи не начнет уменьшаться.

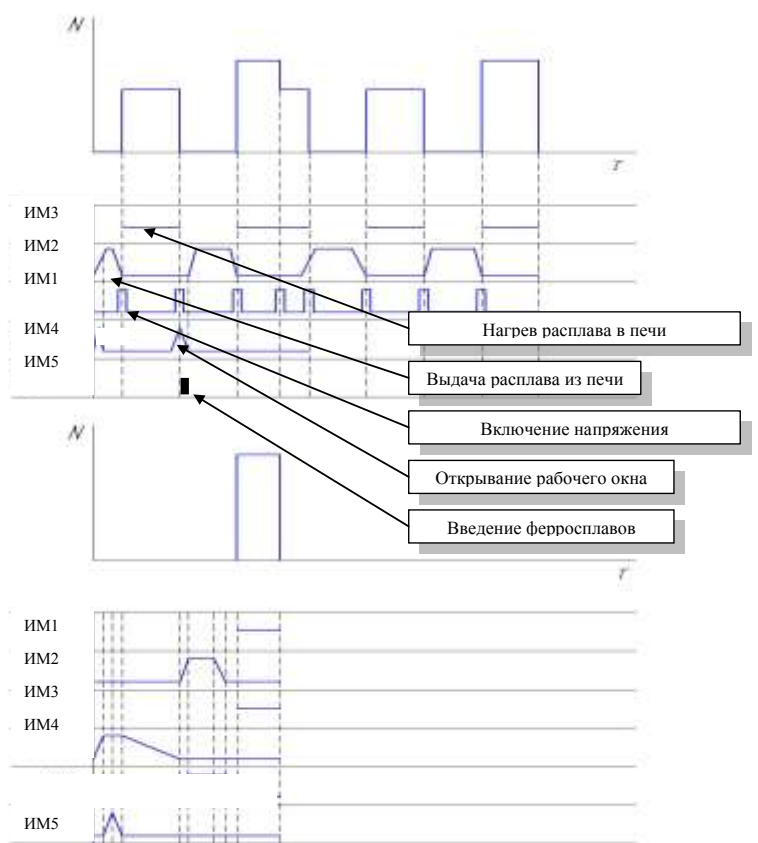


Рис.2 – Принципиальная схема формирования циклограммы работы печи и управляющих воздействий

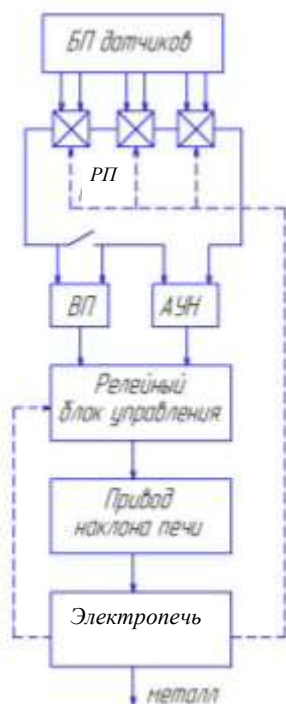


Рис.3 – Блок-схема весодозирующего устройства печи

Изменение массы расплава в печи при выливании её в ковш, находящейся на позиции заливки, регистрируется только прибором ВП, т.к. двигатель реохорда АУН в это время отключен. После выдачи определенной дозы расплава прибор ВП подает сигнал на прекращение заливки. Одновременно с этим замыкаются контакты реле РП, и устройство АУН снова выводит систему на нуль. Таким образом, при выливании из печи каждой очередной порции расплава измерительное устройство производит отсчет веса выливаемого из печи расплава от нуля.

Описанная система решает задачу управления процессом выдачи необходимой порции расплава из печи в соответствии с оптимальной технологической схемой термовременной обработки [16-18]. Условия работы весодозирующего устройства должны быть согласованы как с работой плавильной печи, рассматриваемой машиной-автоматом, так и с работой литейного конвейера. Причем это согласование предполагает возможность повышения качества сплава и минимальные энергетические затраты на процесс плавки, а также возможность перевода системы из начального состояния, в заданное состояние, при генерации

конвейером заявки на расплав в некоторый момент времени, причем в кратчайшие сроки [20-21].

Выводы. Предложенная схема управления позволяет решить ряд важных задач, связанных: с необходимостью обеспечения высокого качества сплава; с минимизацией затрат на процесс плавки; с необходимостью перевода за минимальное время системы из начального состояния, описываемого параметрами качества сплава при генерации конвейером заявки, в заданное конечное, описываемое оптимальными значениями параметров качества сплава; с необходимостью реализации комбинированного управления – по пути и по времени – с учетом того, что электропечь рассматривается как машина-автомат, интегрированная в формовочно-заливочную линию. Предложенная схема управления может быть учтена при реализации процедуры логического синтеза системы управления плавильно-заливочным комплексом.

Список литературы: 1. Труфанов И. Д. Общетеоретические аспекты разработки стохастической системы автоматизированной экспертной оценки динамического качества производственных ситуаций электросталеплавления [Текст] / И. Д. Труфанов, К. И. Чумаков, А. А. Бондаренко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий . – 2005. – №6/2(18). – с. 52 – 58. 2. Ивахненко А. Г. Предсказание случайных процессов [Текст] / А. Г. Ивахненко, В. Г. Лапа. - Киев: Наукова думка, 1971. - 400с. 3. Ивахненко А. Г. Самоорганизация прогнозирующих моделей [Текст] / А. Г. Ивахненко, И. А. Мюллер. - Киев: Техника, 1985.- 290с. 4. Задэ Л. Теория линейных систем [Текст] / Л. Задэ, Ч. Дезоэр. - М.: Наука, 1970. - 703с. 5. Рей У. Методы управления технологическими объектами [Текст] / У.Рей. - М.: Мир, 1983.- 368с. 6. Данциг Дж. Линейное программирование, его обобщение и применение [Текст] / Дж. Данциг. - М.: Прогресс, 1976.- 600с. 7. Федоренко Р. П. Приближенное решение задач оптимального управления [Текст] / Р.П. Федоренко. - М.: Наука, 1978.- 488с. 8. Труфанов И. Д. Математическое моделирование и опытно-экспериментальное исследование энергоэффективности электротехнологического комплекса мощной дуговой сталеплавильной печи [Текст] / И. Д. Труфанов, К. И. Чумаков, А. И. Лютый //

Восточно-Европейский журнал передовых технологий . – 2007. - №4/1(28). – с. 64 – 69. **9. Труфанов И. Д.** Научные основы разрешения инновационных проблем идентификации в системах автоматизации процессов электрометаллургии стали и сплавов [Текст] / И. Д. Труфанов, А. П. Лютый, К. И. Чумаков, И. А. Андрияс, Т. И. Казанская, В. В. Джиоев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий . – 2010. - №3/10(45). – с. 8 – 23. **10. Разживин А. В.** Информационное обеспечение системы автоматического управления дуговой сталеплавильной пещью по температуре металла [Текст] / А. В. Разживин, И. М. Сагайда // Вісник СУДУ. — 2000. — № 3(25). — С. 215–220. **11. Разживин А. В.** Моделирование мощности и напряжения на электрической дуге [Текст] / А. В. Разживин, А. А. Сердюк // Наукові праці ДонНТУ. – 2003. - №64. **12. Игнатов И. И.** Расчет электрических параметров и режимов дуговых сталеплавильных печей [Текст] / И. И. Игнатов, А. В. Хаинсон. — Электричество, 1983. — №8. **13. Игнатов И. И.** Математическое моделирование электрических режимов дуговых сталеплавильных печей [Текст] / И. И. Игнатов, А. В. Хаинсон. — Электричество, 1985. — №8. **14. Гитгарц Д. А.** Автоматизация плавильных электропечей с применением микро-ЭВМ [Текст] / Д.А. Гитгарц. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 136 с., ил. — (Б-ка электротермиста; Вып. 73). **15. Long-term high-efficiency operation of Sakai No 2 blast furnace (third campaign)** / Shibaïke Hidehari, Sasaki Shin // Nippon Techn. Rept. — 1998. — №43. P. 41-45. **16. Демин Д. А.** Методология формирования функционала для задачи оптимального управления электроплавкой / Демин Д. А. // Технологический аудит и резервы производства. – 2011. –№1. – С.15–24. **17. Демин Д. А.** Совершенствование процессов управления электроплавкой [Текст] / Д. А. Демин // Вісник національного технічного університету «ХПІ». — Харків: НТУ «ХПІ», 2010. — № 4. — С. 33—44. **18. Демин Д. А.** Оптимизация режима работы дуговой электропечи при плавке легированного чугуна / Д. А. Демин // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2004. - №6(12). – С. 43-46. **19. Беликов О. А.** Руководство к лабораторным работам по курсу «Автоматизация производственных процессов литья» / О. А. Беликов, А. П. Куприянов. – М.: Москва, МВТУ им. Н.Э. Баумана. – 1973. – с. 5-11. **20. Demin, D. A.** Synthesis of optimal temperature regulator of electroarc holding furnace bath (2012) Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 6, pp. 52-58. **21. Демин Д. А.** Применение искусственной ортогонализации в поиске оптимального управления технологическими процессами в условиях неопределенности / Д. А. Демин // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. - №5/9(65). – С. 46-55

Поступила в редколлегию 16.09.2013

УДК 681.5:519.24

Управление процессом выдачи расплава на плавильно-заливочном участке литейного цеха/ Демин Д. А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 56 (1029). – С.208-216 . – Бібліогр.: 21 назв.

У статті описана схема управління процесом видачі розплаву з електропечі на ливарний конвеєр, характерною особливістю якої є використання в системі «піч – ливарний конвеєр» двопозиційного заливального автомату та вісодозуючого пристрою, що забезпечує видачу розплаву порціями у відповідності до оптимальної технологічної схеми плавки. Показано, що використання схеми управління, що описана, забезпечує виконання компромісного критерію оптимізації, що враховує як вимоги по мінімізації енерговитрат, так і вимоги по мінімізації простою конвеєра.

Ключові слова: система керування, математична модель, технологічна схема

The control scheme of the process of melt discharge from an electric furnace to the casting conveyer, a characteristic feature of which is the use of on-off casting machine and dosing weighing device, providing the melt discharge in portions in accordance with the optimal flowsheet of smelting, in the "furnace – casting conveyer" system is considered in the paper. It was shown that the application of described control scheme ensures the fulfillment of compromise optimization criterion which takes into account the requirements to minimization of both energy consumption and conveyer downtime.

Keywords: control system, mathematical model, flowsheet