

На основі енергоекономічного аналізу ефективності виконання системних положень Програми енергозбереження на 1997-2010 р.р. проводиться системотехнічний синтез SME-енергетичних інноваційних адаптивно-екстремальних ієрархічних систем автоматизації електросталеплавлення в умовах діючого виробництва.

Ключові слова: аналіз, енергозбереження, синтез, автоматизація, електрометалургія

На основе энергоэкономического анализа эффективности выполнения системных положений Программы энергосбережения на 1997-2010 г.г. проводится системотехнический синтез SME- энергетических инновационных адаптивно-экстремальных иерархических систем автоматизации электроплавания в условиях действующего производства

Ключевые слова: анализ, энергосбережение, синтез, автоматизация, электрометаллургия

On the basis of electro-economical efficiency of implementing an Energy-saving Programme (1997-2010) analysis innovative hierarchical externally - adaptive automated electro steel melting automatization systems system technical synthesis is fulfilled in operating electro metallurgical production conditions.

Key words: analysis, energy saving, synthesis, automatization, electrometallurgy

СИСТЕМНЫЕ ФАКТОРЫ СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ АДАПТИВНО- ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ В ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИИ

И. Д. Труфанов

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*

Контактный тел.: 050-421-17-24

А. П. Лютый

Заместитель генерального директора, директор по энергетике и ремонту

Завода «Днепросталль» им. А. Н. Кузьмина

Кандидат технических наук*

Контактный тел.: (061) 283-40-22

К. И. Чумаков

Ассистент*

Контактный тел.: 066-55-11-087

-mail: adlas@mail.ru

М. А. Поляков

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (061) 769-83-95, 066-794-60-37

А. В. Близняков

Кандидат технических наук, доцент*

Контактный тел.: (061) 769-83-95

И. А. Кашук*

*Кафедра «Электрические аппараты»

Запорожский национальный технический университет
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, Україна, 69063

Введение

На современном этапе развития энергетического промышленно-хозяйственного комплекса развитых и быстроразвивающихся основной задачей является дальнейшее повышение уровня потребления энергоносителей, теоретических обоснований и практических

разработок в области создания высокоэффективных систем энергоменеджмента и энергосбережения.

Сегодня очень много говорится о важности энергоэффективности и энергосбережения как единственного пути укрепления энергобезопасности, повышения эффективности использования энергоресурсов и снижения энергоёмкости. В этом направлении разрабо-

таны Программы энергосбережения, Энергетическая стратегия Украины, региональные программы энергосбережения [1, 15, 17]. На основе этих документов разработаны различные научно-методические пособия и руководства [6, 8, 11, 12, 16 и др.], но ... «заметного снижения энергоёмкости за последние 13 лет с момента принятия закона Украины «Про энергосбережения» практически не видно» [18, с. 33]. В то же время об энергосбережении как одном из основных направлений снижения энергозатрат и энергоёмкости ВВП, часто ведётся речь формально и без серьёзных результатов [18, с. 33].

По расчётам специалистов [1, 4, 5 и др.] потенциал энергосбережения в Украине практически равен объёмам импорта энергоносителей. Управление энергопроизводством и энергопотреблением – многоуровневая вертикальная структура, включающая в себя энергосбережение на основе передовых технологий и оборудования, внедрения и использование нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и бросовых энергетических материалов, разработку ценовой политики, правила игры на рынке энергоресурсов в интересах государства.

I. Постановка задач исследований

Учитывая, что Украина находится на переходном этапе движения к развитой рыночной экономике должны быть созданы и развиваться практические программы, способствующие снижению перерасхода энергии для добывающих, распределительных и потребляющих организаций, заводов и предприятий различной формы собственности.

На государственном уровне управления энергоэффективностью в настоящее время:

а) разработаны основные положения энергетической политики на основе стратегий энергетического и экономического развития страны [1-8]. Это аналитическая функция, основанная на анализе уровня развития научно-технического потенциала, объективной оценке объёмов потребления конечных энергоносителей, взаимовлияния производства и потребления в объёме ВВП, создании макроэкономических моделей;

б) проводится анализ и разработка балансов энергопроизводства и энергопотребления. Этот этап основывается на сборе и обработке региональной информации, оценке объёмов использования местных энергоресурсов, состояния существующего оборудования и прогнозов объёмов производства конечных энергоносителей;

в) концентрируются и распределяются финансовые ресурсы для развития фундаментальных направлений в науке и практике по разработке новых энергоэффективных технологий и оборудования для использования вторичных и возобновляемых источников энергии.

Задачи управления энергоэффективностью регионального уровня сводятся к:

а) жёсткой детальной инвентаризации существующих потребителей энергоресурсов, оценке возможного снижения потребления энергоносителей за счёт энергосберегающих технологий и энерготехнологического

оборудования (получение данной информации проводится на основе энергоаудита;

б) оценке потенциала местных источников энергии, включая нетрадиционные и возобновляемые, и маркетингу решений по их использованию;

в) разработке программ энергоэффективности и маркетингу технических и технологических решений, направленных на снижение энергопотребления и организации научных исследований.

На основании указанных положений нами ставится задача разработки системо- и схмотехнической стратегии синтеза, алгоритмической структуры и практической реализации адаптивно-экспериментальной системы двухуровневой системы автоматизации технологических процессов (локального и цехового) электрометаллургии высококачественной стали и прецизионных сплавов металлов на основе базовых положений, факторов и критериев эффективности и энергосбережения.

II. Основные системотехнические предпосылки решения задачи

1. Решение поставленной задачи на современном этапе энергетического обеспечения электрометаллургии стали и сплавов на основе унитарных дуговых и индукционных печей и комбинированных (печь-ковш, печь-АГР-вакууматор, ЭШП и др.) агрегатов проводится в условиях традиционной энергетической среды (системы) на энергетические системы «будущего». Такие системы имеют соответственно структуры, показанные на рис. 1 и 2 [8].

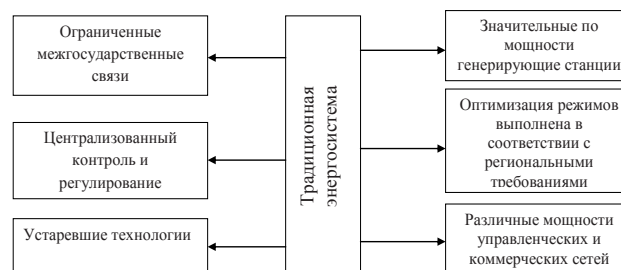


Рис. 1.

Стратегическим базисом подобных исследований является идеология Седьмой рамочной программы ЕС (7 РП) и Энергетической стратегии Украины [8, 1].

Структура 7 РП включает в себя четыре специальные программы, соответствующие основным направлениям политики ЕС в области научных исследований: «сотрудничество» - поддержка научно-исследовательских проектов международного сотрудничества, включая сотрудничество с третьими странами в рамках выделенных десяти тематических областей. Одним из основных приоритетов является «Энергия», особенности и тематика проектов по которому являются основополагающими для Энергетического Европейского научного пространства (ERA); «идеи» - поддержка передовых научных исследований через Европейский научно-исследовательский Совет (ERC); «люди» - поддержка совершенствования людских ресурсов в сфере исследований и технологий; «ресурсы»

- поддержка развития исследовательской инфраструктуры исследовательской деятельности и развития малого и среднего бизнеса, исследовательского потенциала регионов и т. п.

Основные теоретические положения построения автоматизированных систем управления технологическими процессами электрометаллургии иерархического двухуровневого типа.

Современные компьютеризированные АСУТП двухуровневого типа иерархии динамического функционирования строятся на основе адаптивных (самонастраивающихся) алгоритмах синтеза и математического обеспечения. Адаптивные системы являются областью системо- и схмотехники современной теории управления, объективно отражающей тенденцию развития сложных задач управления промышленными объектами. В связи с интенсификацией технологических процессов, увеличением мощности агрегатов, повышением требований к качеству процессов управления, идентификации параметров и воспроизводимости самих процессов, усложнением динамики объектов управления, увеличением доли нестационарных и нелинейных объектов адаптивное управление играет основную роль в решении задач управления технологическими процессами.

наиболее распространёнными являются поисковые и беспоисковые адаптивные системы на локальном и цеховом уровнях иерархии АСУТП и поисковых – на уровнях цехового и заводском (АСУП).

В качестве энерго- и электротехнологических и электротехнических силовых и управляющих объектов в подобных структурах рассматриваются линейные и нелинейные, статические и динамические, вероятностные детерминированные объекты управления. Реализация алгоритмов адаптивного управления в АСУТП связана прежде всего с требованием обработки информации в реальном масштабе времени, что связано также с иерархической структурой систем и подсистем управления процессами энергоэффективности и энергосбережения.

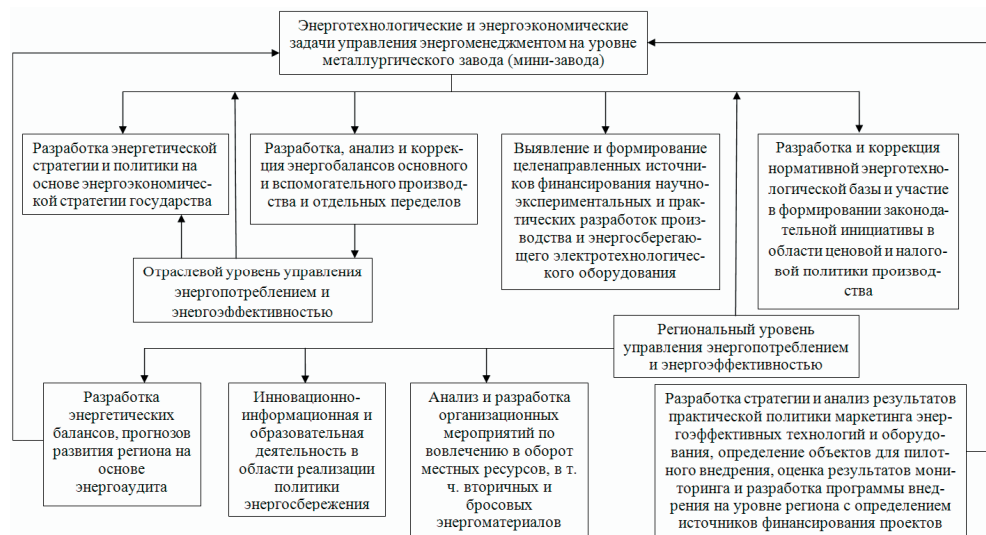


Рис. 3. Иерархическая структура энергоменеджмента. Схема функциональная



Рис. 2.

Ниже рассматриваются вопросы построения и анализа адаптивных АСУТП с развитой иерархической структурой управления сложными стохастическими технологическими процессами с коррекцией установок и параметров регуляторов локальных подсистем управления исполнительными механизмами, агрегатами, комплексами. на данном уровне такой иерархии

Энерготехнологические и энергоэкономические задачи управления энерго-менеджментом по организации процессов энерго- и ресурсосбережения на уровне металлургического завода (мини-завода) представляют собой комплекс функций, реализуемых производственно-технологическими подразделениями. На рис. 3 показана иерархическая структура энергоменеджмента по энергоэффективности и энергосбережению в виде функциональной схемы взаимодействия иерархических уровней управления энергопотребления и энергоэффективностью завода, отраслевого и регионального уровней.

Основными факторами политики и мероприятий являются: деятельность завода – организационная, научная, практическая, информационная по реализации политики энергоресурсосбережения; административно-правовое и финансово-экономическое регулирование процессов – добычи, переработки, транспортирования, хранения, сбережения, производства, распределения и использования энергоресурсов; топливно-энергетические ресурсы: первичный, возобновляемый, невозобновляемый, вторичный, эксергетический; эксергия; энергия: первичная, преобразованная, подведённая, собственная; потребители: энергии, эксергии; энергоносители: твёрдые, жидкие, газообразные; энергетический баланс: поступление, потери энергии; эксергетический баланс; аккумулированная

энергия; энергосберегающая технология; энергосберегающие технологии; потенциал энергосбережения: теоретический, технологически доступный, экономически целесообразный; коэффициент полезного действия: энергетический, эксергетический; коэффициент использования энергии; требуемые затраты первичных энергетических ресурсов; нормы затрат первичных энергетических ресурсов: топлива, энергии; энергоёмкость: продукции, заводского прироста продукции; рациональное использование первичных энергетических ресурсов при: существующем уровне техники и технологии, снижении техногенной нагрузки на окружающую среду; экономия первичных энергетических ресурсов: возможная, фактическая, прямая, непрямая; экономия органического топлива; угля, топочного мазута, котельного, дизельного; структурная экономия первичных энергоресурсов; эффект энергосбережения: экологический, экономический, энергетический.

Совершенствование средств вычислительной техники сделало возможным реализацию довольно сложных алгоритмов управления в АСУТП, под которыми понимаются АСУТП, характеризующиеся процессом изменения параметров или структуры объекта или алгоритма управления на основе использования текущей информации с целью достижения определённого, обычно оптимального на основе принятого критерия, состояния системы при начальной неопределённости и изменяющихся условиях работы.

Такие системы являются иерархическими, в которых обычно выделяются следующие уровни адаптивного управления (рис. 4), перечисленные ниже в порядке соподчинённости уровней: адаптивная стабилизация технологического объекта управления (ТОУ), адаптивное программное регулирование ТОУ, адаптивное логическое управление ТОУ, адаптация статической модели ТОУ, адаптация динамической модели ТОУ или замкнутого основного контура (ОК) регулирования, идентификация предаварийных и аварийных состояний, восстановление работоспособности системы управления, адаптивное квазистатистическое регулирование по возмущению, адаптивная оптимизация динамических характеристик системы управления, адаптивная координация работы агрегатов, адаптивная оптимизация статического режима ТОУ.

III. Основные теоретические предпосылки задач адаптивного управления параметрами ТОУ

1. В рассматриваемых ниже технологических процессах управления ими на современном этапе развития теории автоматического управления применительно к условиям электросталеплавления металлов и сплавов по технологии «высшего уровня» наиболее перспективными из вышеперечисленных видов адаптивного управления являются следующие: а) системы, в которых изменяются структура, параметры или вводятся дополнительные связи по выходным величинам с целью обеспечения оптимального или заданного функционирования управляемой системы при изменяющихся условиях её работы (адаптивная система); б) если при этом изменяется структура регулятора – самоорганизующаяся система, если структура регулятора остаётся неизменной, но меняются его параметры – самона-

страивающаяся с параметрической адаптацией, если в структуре регулятора появляются дополнительные обратные связи для обеспечения независимости свойств управляемой системы от условий внешней среды – самонастраивающаяся с сигнальной адаптацией.

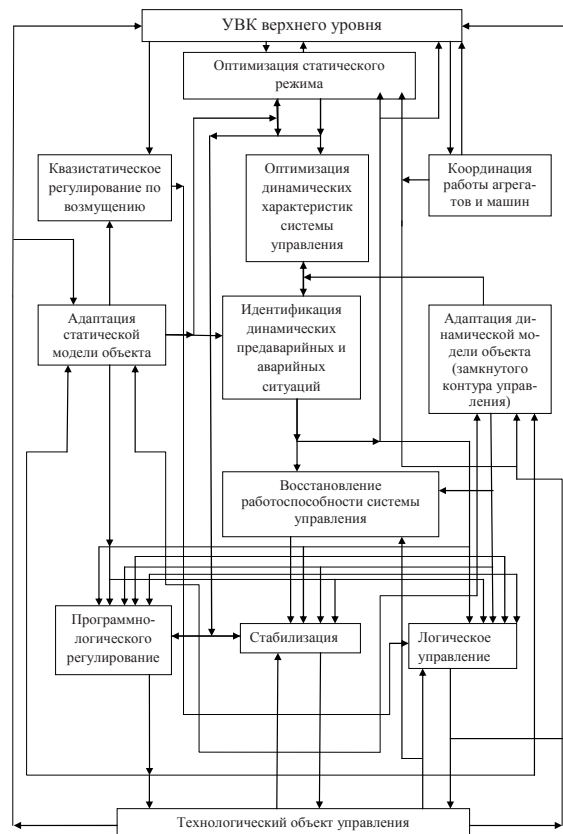


Рис. 4. Иерархическая структура адаптивного управления в АСУТП и АСУП. Схема функциональная

2. Целью адаптивного управления в АСУТП является минимизация (максимизация) принятого критерия качества $I = f(U, [q])$:

$$\min_{\vec{U}, [q]} \max_{\vec{U}, [q]} I(\vec{U}, [q]); \max_{\vec{U}, [q]} \min_{\vec{U}, [q]} I(\vec{U}, [q]), \tag{1}$$

где $\vec{U}, [q]$ – вектор управления и настраиваемых параметров $U \in U, [q] \in Q$ (классы допустимых воздействий U, Q реализуются системы поисковые, беспоисковые, комбинированные).

IV. Приоритетность параметров критерия $I = f(U, [q])$

Как системо- и схмотехнических показателей, факторов и эффектов энерго- и ресурсосбережения (в терминах и обозначениях по ДСТУ 2420-94 и ДСТУ 3755-98) обосновываются и вычисляются в соответствии с основными положениями и требованиями ISO 13600-97, ДСТУ 3682-98, ДСТУ 3051-95 (ГОСТ 30166-95), определяющих энерго-экономическую и технико-экономическую эффективность.

1. Принципы стандартизации требования по энергосбережению [3] ранжируются по приоритетности в соответствии со справочным приложением к ДСТУ 2399-94:

а) системности распространяется на два вида уровня иерархии: уровни непосредственно самой иерархической структуры, охватывающей все составляющие системы (элементы подсистемы), уровни управления системы в целом и её составляющими, предусмотренные действующим законодательством и нормативной документацией; б) комплексности должен отвечать условиям гибкости, информативности и достоверности; в) взаимосвязанности: относится к требованиям экологичности, безопасности, совместимости, взаимозаменяемости, эффективности функционирования технологических процессов, технических средств, сетей и сетей связи; г) неразрывности выражается в том, что прогнозирование, планирование, реализация и оценка результатов нормативно-технического обеспечения требований энергопотребления и энергосбережения должны осуществляться постоянно в непрерывном или дискретном режиме и отражать специфику функционирования энергоисточников, энергокоммуникаций и энергопользователей на всех стадиях жизненного цикла энергогенерирующих, энергопередающих и энергопотребляющих объектов; д) обязанности: обеспечение требований по энергосбережению и предельным уровням значений показателей эффективности использования ТЭР (топливно-энергетических ресурсов) является обязательным в процессах создания, модернизации и эксплуатации энергообъектов и направлен в сторону достижения максимально возможного уровня конечной энергоэкономичности оборудования; е) рациональности ограничений по использованию природных энергетических ресурсов: должен быть направлен на уменьшение объёмов и увеличения сроков исчерпания природных энергетических ресурсов и осуществляется путём совершенствования способов добычи, транспортировки и использования ТЭР и учитываются тенденции развития технологий, обеспечение заданных уровней качества производимой продукции, работ и услуг, связанных с энергопотреблением; и) паритетности: не должно предоставляться каких-либо односторонних преимуществ, обусловленных формой собственности данного объекта в части реализации требований и нормативов по энерго- и ресурсосбережению; данный принцип распространяется на все объекты экономической деятельности, которые связаны единой системой добычи, переработки, транспортировки, хранения, производства, распределения и использования ТЭР; к) конъюктурности: ценовая политика, кредитные и налоговые льготы должны в совокупности отражать вариативную структуру информационных потоков в Украине и во всём мире. Информационные потоки в Украине и во всём мире. Информационные потоки должны отражать данные о запасах и возможностях получения ресурсов и импорта, о приоритетах развития науки и технологии, об экологических ограничениях и требованиях безопасности. Он ориентирует потребителей всех видов ресурсов и энергии на учёт стратегических и директивных решений управляющих органов различных уровней, если эти решения прямо или косвенно отражают требования энергопотребления и энергосбережения.

2. Критерии, определяющие маркетинговую привлекательность продукции. Применительно к условиям рассматриваемых технологий электроплавания высококачественных сталей и прецизионных сплавов чёрных и тяжёлых чёрных и цветных металлов на базе циркониевых, цезиевых, цериевых и др. редких и ред-

коземельных металлов к анализу принимаются следующая продукция завода «Днепроспецсталь» (табл. 1).

Таблица 1

Наиболее употребительные и привлекательные по маркетингу наименования и марки стали

Наименование стали, марка	Область применения
Конструкционные: 20ЧНЗА, 18Х2Н4М(В)А, 30ХГСА, 45ХН2МФА, 60С2ВА, 65С2ВА, 70С2ХА Подшипниковые: ШХ15, ШХ15СГ, ШХ14, ШХ20СГ	Для производства труб, деталей машин, механизмов наиболее ответственных металлоконструкций Для наиболее нагруженных деталей и агрегатов металлорежущих станков, автомобилей, ж/д подвижного состава, авиационных двигателей, прокатных станов, точных приборов и др.
Безникелевые марганецсодержащие стали ДИ13(10Х14АГ15), ДИ61 (10Х13Г18Д), ДИ619 (10Х13Г18ДУ)	В общем машиностроении для прочных и лёгких конструкций (приборы холодильных установок, электротермическое оборудование, пластинчатые теплообменники, вакуумная техника и др.)
Хромоникелевая аустенитная сталь 03Х18Н11	Для изготовления сварного оборудования и трубопроводов, работающих в контакте с азотной кислотой и аммиачной селитрой
Высоколегированная аустенитная сталь 03Х17Н13М2	Для изготовления оборудования, работающего в высокоагрессивных средах (нефтехимическая, газоперерабатывающая промышленность)
Высоколегированная аустенитная сталь 02Х17Н14С4	В химическом машиностроении (для оборудования, работающего под воздействием концентрированной азотной кислоты при высоких температурах)
Безникелевая нержавеющая сталь 04Х17Т-ГР	Для изготовления изделий, контактирующих с пищевыми продуктами, в т. ч. ёмкостей для хранения мёда, солений из фруктов и овощей, хранения и перевозки мяса, рыбы и др.; изготовления крышек для консервирования, изделий для хранения и переработки молока
Хромомарганцево-никелевые аустенитные стали 03Х20Н16АГ6	В качестве коррозионностойкого конструкционного материала повышенной прочности, в криогенной технике, в конструкциях сверхпроводящей магнитной системы термоядерного реактора
Низкоуглеродистые хромистые стали 04Х17Т, 03Х13	Для бытовых приборов в пищевой и лёгкой промышленности, в качестве отделочного материала вместо алюминия
Коррозионно-стойкая сталь 0812Х18Н9(10)Т, 0308Х17Н13М29(3)Т, 0307Х18Н10(11) Быстрорежущие, инструментальные, штамповые стали Х12, Х12В, Х12МФ, 4Х4ВМФС, 5Х3В3МФС, 4Х5МФС1С, Р6М5-МП, Р6М5Ф-МП, Р6М5К5-МП, Р6М5Ф3ЗК8-МП, Р6М5Ф4-МП, Р7М2Ф4-МП, Р7М2Ф6-МП	Для изготовления деталей, работающих в агрессивных средах Для производства металлорежущего инструмента, в т. ч. свёрла право- и леворежущие короткой, средней и длинной серии по стандартам DIN 1897, DIN 388, DIN 340; свёрла различных типов с нестандартными геометрическими параметрами длиной 38-400 мм в диапазоне диаметров 2,0-12,4 мм

3. Ориентированность и применимость рассматриваемой продукции

В настоящее время технологические процессы электросталеплавления по технологии «высшего уровня» высококачественных и специальных сталей, прецизионных сплавов редких, чёрных и тяжёлых чёрных и цветных металлов ориентированы на производство стальной продукции для общего и энергетического машиностроения, химической, авиационной и ракетно-космической отрасли горно-металлургического комплекса на основе агрегатов «дуговая печь - ковш», «дуговая печь – агрегат аргоноокислородного рафинирования», электрошлакового и вакуумно-дугового переплава для получения крупногабаритных поковок методом свободнойковки на прессах, холоднотянутой (калиброванной) стали, быстрорежущих и штамповых сталей на основе процессов газокислородного рафинирования нержавеющей стали и порошковой металлургии. Сортамент металлопродукции высокого и прецизионно качества, соответствующей требованиям Сертификата «TUV» (Германия), ISO 9002 (TUV – CERT), Регистра Ллойда, Сертификата «Norske Veritas» составляет более 300 марок стали по стандартам AISI, ASTM, DIN, Certificate of HONOR и др. Прокатное и адьюстажное производство и технологическое оборудование ориентировано на получение: проката (8-300 мм) круглосучетно, квадратного и полосового сечений; трапециевидного профиля для путевых шайб 8,9×9,9 мм; осевой заготовки для осей вагонов магистральных дорог; арматурного периодического профиля Ø14-26 мм; тормозной ширины 25×65×129 мм; уголка равнополочного 40×40×5 мм; шестигранника 17-30 мм; поковок прессовых (190-550 мм) круглого, квадратного полосового сечений; шайб (140-300)×(500-1000) мм; стали холоднотянутой 10-40 мм; стали со специальной отделкой поверхности 2-12 мм; труб электросварных Ø27-83 мм; стали рессорной с параболескими кромками 45×6,45×6,5 мм; калиброванной холоднотянутой проволоки 2-6 мм; спиральных свёрл с цилиндрическим хвостовиком из быстрорежущей стали Ø2012 мм.

V. Энергетический потенциал по состоянию на 01.01.2010

1. Состав электротехнического, электротехнологического, силового и управляющего электронного оборудования, прошедшего модернизацию и вновь установленного с 1998 г. по 2009 г. и находящегося в настоящее время в эксплуатации, характеризуются следующими основными данными [14]:

а) силовое электротехническое, шт./кВ·А – трансформаторы силовые IV-VI габаритов – 12/516000; трансформаторы силовые I-III габаритов – 185/174900; трансформаторы электропечные – 55/335636; электрические машины, всего – 14626/567589, в т. ч. переменного тока – 13304/425095; постоянного тока – 1322/142494; полупроводниковые преобразователи – 552/83555; сварочное оборудование – 234/9468; грузоподъёмные – 49/917; б) электроподстанции и коммутационная аппаратура, шт.: подстанции рас-

пределительные, всего – 39, в т. ч.: в электроустановках 154 кВ – 3, в электроустановках 35 кВ – 3, в электроустановках 6 кВ – 33, в электроустановках 6/0,4 кВ – 99, фидеры высоковольтные, всего – 895, в т. ч.: электроустановках 154 кВ – 9, в электроустановках 35 кВ – 61, в электроустановках 6 кВ – 825, высоковольтные выключатели, масляные – 759, в т. ч.: электропечные 6 кВ – 56; выключатели 35 кВ; всего – 50, в т. ч.: электропечные воздушные – 18, элегазовые – 7; в) кабели высоковольтные, км, всего – 627,2; г) комплекты высоковольтной релейной защиты, комплектов, всего – 3545, в т. ч.: в электроустановках 154 кВ – 176, в электроустановках 35 кВ – 192, в электроустановках 6 кВ – 3177; д) управляющая и регулирующая техника, энерготехнологическое и контрольно-измерительные приборы, шт.: автоматические регуляторы мощности и программируемые устройства – 295, программируемые контроллеры – 34, электроизмерительные приборы – 6373, электрические приборы анализа и контроля качества металла – 49, газосмесительная повысительная станция – 1, компрессорные станции – 5, станции защитного газа – 1, оборотные циклы водоснабжения – 10, станция нейтрализации кислотных стоков – 1, нагревательные печи отжига и колодцы – 284, холодильные установки – 327, газоочистные установки – 16, азотная станция (воздухоразделительная) – 1, вентиляционные установки технологические – 248, вентиляционные установки санитарно-гигиенические – 583; е) технологические трубопроводы, км: газопроводные межцеховые – 18,67; аргонопроводы межцеховые – 5,65; трубопроводы межцеховых сетей технической воды – 80,31; трубопроводы межцеховых сетей пожарно-питьевой воды – 37,3; пароводы – 41,9; трубопроводы межцеховых сетей теплофикации – 72; трубопроводы межцеховых сетей сжатого воздуха – 19,3; кислородопроводы – 5,63; трубопроводы канализации (промышленно-ливневой, кислотной, фекальной) – 28; азотопроводы – 4,95; и) санитарно-техническое оборудование, шт.: кондиционеры автономные – 262, миникотельни газовые – 5, установки доочистки питьевой воды EW-300-17P-1; к) функциональные факторы топливно-энергетического баланса электрометаллургического предприятия показаны на рис. 5.



Рис. 5. Топливо-энергетический баланс металлургического предприятия

2. Годовая потребность завода «Днепроспецсталь» (г. Запорожье) в сырье и вспомогательных материалах для основного производства: феррохром

высокоуглеродистый ФХ850 – 6000 т.; феррохром низкоуглеродистый ФХ010 – 1500 т.; ферромолибден ФМ060 – 400 т.; феррованадий ФВд50 – 700 т.; никель электролитический – 600 т.; порошок алюминия ПАО – 100 т.; алюминий первичный марок А5-А7 – 250 т.; кобальт марок К1, К2 – 100 т.; вермикулит вспученный ≈ 75 м. куб.; шамотная трубка – 70 т.4 электрокорунд 315 – 20 т.; электрокорунд 1000 – 20 т.; магнетитовый порошок ППЭ87, ППЭ88 – 7570 т.; магнетитовый порошок ППП85, ППП86 – 210 т.; огнеупоры: ША5 – 850 т., ША23 – 50 т., ША22 – 50 т., ША44 – 50 т., ША45 – 50 т.; огнеупоры для сифонной разливки а) С70Х200 (по ГОСТ 11586-69) – 2500, б) по ТУ 322-7-00190503-114-97: С85Х250- 1200 т., С4 – 960 т., С35 – 600 т., огнеупоры шамотные (ковшевые) ШКУ-11, ШКУ-14, ШКУ-15, ШКУ-18 – 3800 т.; огнеупоры сводовые по ГОСТ 10888-93: ПХС10 – 380 т., ПХС9 – 380 т., ПХС1 – 380 т., ПХС2 – 380 т., ПХС11-380 т., огнеупоры магнетитовые ≈ 250 т.; графит ГЛ1 – 100 т., дизтопливо – 3000 т., бензин А76 – 1000 т.; бензин А93 – 10 т.; масло: ПС28 – 60 т., МС20 – 60 т., ИГП72 – 60 т., ТП22 – 60 т., ТП30 – 60 т., ТКП-Т-1500 – 60 т.; ШТРИПС 09дж3х600 по ТУ 4812-52-93 – 3600 т.; электроды графитированные ЭГ-20.25 Ø300 мм, Ø400 мм, Ø500 мм – согласно плана производства жидкой стали; металлоотходы: углеродистые класса 3А, 5А – 300000 т., легированные (нержавеющие, быстросплавные) – 100000 т.

3. Потребление энергетических ресурсов за 2009 г. составило, тыс. м. куб.: газа природного – 58312; газа доменного – 138432; технической воды – 32170,9; воды питьевой – 2449,9; кислорода (по трубопроводу) – 11462; аргона – 1490,4; теплоэнергетических ресурсов, Гкал.: пара – 100228,5; горячей воды – 20387,5; угля, тонн: донецкого – 451, коксовой мелочи – 5898; электроэнергии – 392773 тыс. кВт·ч.

4. Состав используемых газовых смесей. 1 группа (калорийность 2500 ккал/м. куб.), %: газ доменный – 75, газ природный – 25; 2 группа (калорийность 1600 ккал/м. куб.), %: газ доменный – 89, газ природный – 11.

а) На смешанном газе 1-ой группы работают нагревательные печи станов «550», «325», «280» прокатного цеха, нагревательные и термические печи кузнечного цеха, колодцы отжига, известковые печи, печи сушки ферросплавов;

б) на смешанном газе 2-ой группы работают нагревательные колодцы стана «1050» прокатного цеха, печи термического и калибровочного цехов;

в) на чисто природном газе работают печи сталеплавильных цехов, кузнечно-прессового цеха, кузнечного цеха, индивидуальные отопительные агрегаты;

6. Общее количество индивидуальных газовых отопительных агрегатов, установленных в цехах, составлено, шт.: всего – 330, в т. ч. серии «Helios» - 315, серии «Manzum» - 7, серии «Radan-RM-90» - 8.

7. Общее количество потреблённого газообразного топлива на производственные нужды составило, тыс. м. куб.: природного газа – 58312, доменного газа – 138432.

8. Общее потребление условного топлива составило, т. у. т., в т. ч.: на производственные нужды – 83698, на нужды соцкультбыта – 370, на нетопливные нужды – 5190.

9. Нормирование расхода, потребления энергоресурсов в настоящее время базируется на требованиях инструкции Вн12.25.007-81, на основе которой разработаны и введены в действие ДСТУ 3224-95 (ГОСТ 30356-96) «Энегосбережение. Метод определения норм расходования электроэнергии разработан МТК по стандартизации № 111 «энергосбережение» и ТК «48. Данными нормативными документами определены следующие факторы нормирования: а) нормализация расхода электроэнергии, б) удельный расход энергии, в) нормализованный удельный расход (норма) энергии, г) индивидуальная норма (по типам или отдельным энергопотребляющим агрегатам, установкам или технологическим процессам согласно конкретным прогрессивным нормам производства, д) технологический нормализованный удельный расход энергии – норма, учитывающая расход энергоресурсов на основные и вспомогательные технологические процессы, расход энергии и поддержание технологических агрегатов в горячем резерве, на их разогрев и пуск после текущих ремонтов и холодных простоев, а также потери энергии при работе технологического и энергетического оборудования, используемого в соответствующих процессах; е) общепроизводственный нормализованный удельный расход энергии – норма, учитывающая расход энергоресурсов на основные и вспомогательные технологические процессы, на подсобные нужды производства и технические неизбежные затраты и потери энергии во всех элементах энерготехнологических комплексов, и) нормы и фактические удельные расходы топлива на основные виды продукции составили (табл. 2);

Таблица 2

Вид продукции	Норма	Факт.	Экономия, т. у. т.
1. На производство проката, кг. у. т./т.	420	315	17478,6
2. На выплавку стали, кг. у. т./т.	45	39,8	1363,2
3. На термообработку, кг. у. т. т./т.	135	118,3	1812,3
4. На обжиг известки, кг. у. т. т./т.	135	128,7	120

к) суммарная мощность потребителей составляет, кВт: 1 категории – 28834, 2-ой категории – 138144, 3-ей категории – 44035. Заявленный максимум нагрузки, участвующий в максимуме нагрузки энергосистемы 101000 кВт;

л) максимальная фактическая активная и реактивная нагрузка предприятия в часы максимума энергосистемы составила: летний замер – утро 46998 кВт/20482 кВ·Ар, вечер – 45322 кВт/24575 кВ·Ар; зимний замер – утро 62975 кВт/22535 кВ·Ар, вечер 64693 кВт/30670 кВ·Ар.

Производственное потребление электроэнергии составило 391501,8 тыс. кВт·ч;

м) основные потребители электроэнергии: сталеплавильное производство (табл. 3); прокатное производство: прокатный цех, кузнечно-прессовый цех, термический и кузнечный цехи, калибровочный цех – расход составил 20,2 % общего расхода по заводу; на отдельные виды продукции достигнута экономия электрической энергии (табл. 4).

Таблица 3

Потребитель	Производство, т	Расход электроэнергии, кВт·ч		(-) – экономия, (+) перерасход тыс. кВт·ч	Фактический удельный расход, кВт·ч/т
		плановый	фактический		
СПЦ-1	10948,3	8639,8	9170,5	+530,7	837,6
СПЦ-2	77316,1	67747,7	76821,8	+9074,1	993,6
СПЦ-3	160018,9	131161,3	134354	+3192,7	839,6
Цех ЭШП	10854,2	22737,6	22951,58	+214	2114,5
Цех порошковой металлургии	787,6	2038,5	3118,3	+1079,8	2347,8

Таблица 4

Вид продукции	Единица измерения	Утвержд. норма	Фактический удельный расход, кВт·ч/т	(-) экономия, (+) перерасход тыс. кВт·ч
Электросталь	кВт·ч/т	1110	1004,9	-27478,4
Прокат	кВт·ч/т	578	473,8	-17344,9
Сжатый воздух	кВт·ч/т·м ³	105	98,7	-1516,3
Известь	кВт·ч/т	27,5	23,1	-83,6
Подача воды	кВт·ч/т·м ³	198,5	198,5	-
Очистка стоков	кВт·ч/тм ³	377,1	377,1	-

10. В целом по заводу экономия электрической энергии, по сравнению с утвержденными заводу Минпромполитики Украины заводу нормами, составила 46423,3 тыс. кВт·ч (10,6%), а экономия электроэнергии по сравнению с заданием достигла 23221,7 тыс. кВт·ч (63%) от всего нормируемого производственного потребления.

За счёт внедрения по заводу «Днепрспецсталь» организационно-технических и энергоэкономических мероприятий в 2009 г. сэкономлено более 2.1 млн. кВт·ч электроэнергии.

Основные количественные соотношения между единицами энергетических ресурсов показаны на рис. 6.

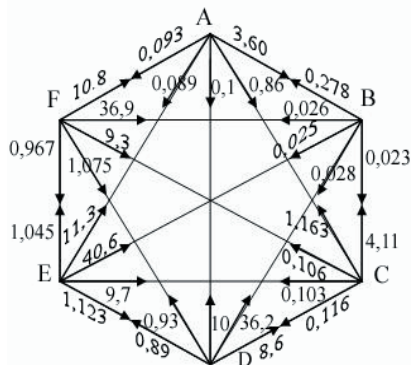


Рис. 6. Основные количественные соотношения между единицами энергетических ресурсов.

Энергетический ресурс: А - 1кВт·ч электроэнергии; В - 1 МДж теплоты; С - 1 Мкал теплоты; D - 1 литр мазута; E - 1 кг мазута; F - 1 м. куб. природного газа

VI. Основные системотехнические структуры математических моделей контуров адаптивной комбинированной АСУТП электрометаллургического производства

На основе рассмотренных параметров структурных целей динамического функционирования адаптивной АСУТП плавления стали и сплавов по технологии «высшего уровня» двухуровневой иерархии к последующей разработке системо- и схмотехнической реализации в условиях действующего производства. Нами принимается к анализу и синтезу следующие контуры (подсистем) такой систем: а) квазистатического регулирования по возмущению; б) адаптивной оптимизации статического режима ТООУ; в) адаптивной координации статических режимах ТООУ; г) адаптивной стабилизации ТООУ; д) адаптивной идентификации ТООУ; е) адаптивного стохастического оптимального управления ТООУ в динамическом режиме.

VII. Основные факторы повышения энергоэффективности динамического функционирования электрооборудования на базе основных операций технического ремонта:

а) балансировка статистическая и динамическая вращающихся и перемещающихся деталей, узлов агрегатов; б) взятие пробы изоляционного масла для анализа, при необходимости, замена масла; в) внешний осмотр и чистка электрооборудования от грязи и пыли; г) восстановление: изоляции выводных концов, изоляции переключателей, контактных соединений и паяк, лакового покрытия, маркировки электрических и энергетических коммуникаций, надписей и нарушенной или утраченной маркировки, нарушенных контактных соединений, окраски металлоконструкций электроустановок, окраски электрооборудования, покрытий составных частей электрооборудования, покрытий составных частей электрооборудования, сопрягаемых рабочих поверхностей и деталей (полировка, притирка, шабрение, шлифование); д) высоковольтные испытания электрооборудования; е) демонтаж составных частей оборудования для обеспечения доступа к элементам оборудования, для которого необходимо провести операции технического обслуживания с последующим монтажом; и) дефектация неразрушающими методами деталей и сварных стыков; к) доливка (дозировка) технологических и рабочих жидкостей (воды, кислоты, масла, щёлочи, электролита), кабельной мастики в кабельные муфты и воронки; л) замена: быстроизнашивающихся частей, изоляторов, подвесной аппаратуры, электроламп или подтяжка деталей и крепежа, кабелей электросварочного оборудования, контрольно-измерительных приборов и аппаратуры, ламп индикаторных и сигнальных, масел и смазок, наконечников и клемников электропроводок, плавких вставок предохранителей, унифицированных редукторов и электродвигателей, устройств заземления и зануления, электрических щёток и щётчного аппарата и щёточных механизмов электрических машин, элементов троллеев, контактных и тяговых сетей; м) зачистка или замена деталей электрооборудования; н) измерение: вибрации электрооборудования, зазо-

ров в подшипниках скольжения, сопротивления и изоляции; о) испытание: повышенным напряжением промышленной частоты, трансформаторного заземления (зануления) и молниезащиты, электрозащитных средств;

Таблица 5

Электрооборудование	ТО	ТР	КР
1. Электрические машины переменного и постоянного тока	+	+	+
2. Грузоподъемные электромагниты	+	-	+
3. Силовые, электропечные трансформаторы, автотрансформаторы	+	-	+
4. Высоковольтная аппаратура:			
- трансформаторы тока	+	-	+
- трансформаторы напряжения	+	-	+
- разъединители, отделители, короткозамыкатели, заземляющие ножи, высоковольтные шины	+	+	+
- разрядники вентильные и трубчатые			
- масляные выключатели	+	-	+
- воздушные выключатели	+	-	+
- статические конденсаторы	+	-	+
- реакторы сухие токоограничивающие	+	-	+
5. Кабельные сети	+	+	+
6. Воздушные электрические сети	+	+	+
7. Электросварочное оборудование	+	+	+
8. Высокочастотные установки	+	+	+
9. Аккумуляторные батареи стационарные	+	-	+
10. Комплектные полупроводниковые преобразовательные устройства	+	+	+
11. Электрические сети:			
- силовые распределительные шкафы и осветительные щитки, ящики с трёх полюсным рубильником	+	+	+
- цеховые электрические сети (силовые и осветительные)	+	-	+
- светильники с пускорегулирующим устройством	+	+	+
- троллеи крановых установок	+	+	+
- заземляющие устройства	+	+	-
12. Контактная пускорегулирующая аппаратура:			
- магнитные пускатели	+	+	-
- тиристорные пускатели	+	+	-
- контакторные панели управления	+	+	+
- силовые контроллеры	+	+	-
- командоконтроллеры и командоаппараты	+	+	-
- путевые выключатели	+	+	-
- рубильники и переключатели	+	+	-
- выключатели автоматические воздушные	+	+	-
- элегазовые выключатели	+	-	+
- пусковые и регулировочные реостаты	+	+	+
- ящики сопротивлений	+	+	+
- тормозные электромагниты	+	+	+
13. Водоохлаждаемые кабели	+	+	-
14. Гидротолкатели	+	+	-
15. Комплектные трансформаторные подстанции	+	+	+
16. Электрические печи	+	+	+
17. Управляемые тиристорные преобразователи, унифицированные системы автоматического регулирования параметрами электроприводов и автоматизированные системы управления группами электроприводов:			

Продолжение таблицы 5

- аналоговые устройства для систем управления электроприводами	Объемы работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту указанного вида и типа электрооборудования выполняются согласно технических требований и конструкторской документации заводов-изготовителей					
- блок системы регулирования электроприводом с регулятором напряжения						
- блок системы управления электроприводом с регулятором положения						
- блок системы управления электроприводом с регулятором мощности						
- блок системы управления электроприводом с регуляторами напряжения и скорости						
- ячейка системы регулирования с программным регулятором						
- преобразователи частоты переменного тока с векторным управлением и программируемым контроллером						
- автоматизированные системы управления на базе программируемых контроллеров				+	+	+
- шкаф программируемых контроллеров				+	+	-
- программирующее устройство и операторская панель				+	+	-
- промышленный монитор и промышленная клавиатура				+	+	-
- печатающие устройства				+	+	-
- датчики (индукционные, контактные, фотодатчики абсолютные)				+	+	-
- шкаф сетевого распределительного устройства				+	+	-
- пульт управления				+	+	-
- устройство бесперебойного питания				+	+	-
18. Электрическая часть лифтов				+	+	+
19. Электрическая часть электрокара				+	+	+
20. Электрическая часть мостовых кранов, кранбалок, электротельферов, подъемников				+	+	+
21. Электрооборудование троллеи самоходных тележек				+	+	-

п) контроль и испытания электрооборудования с ПТЭЭП и ПБЭЭП, состояния элементов и узлов электрооборудования, контроль подлежащих проверке и регулировке технических параметров, определение температуры нагрева кабеля и кабельных оболочек; р) освидетельствование и экспертиза электрооборудования; с) отбор проб технологических и рабочих жидкостей (воды, кислоты, масла, щёлочи, электролита) для определения характеристик; т) проверка: контрольно-измерительных приборов, технического состояния и технических осмотров оборудования, заземления (зануления), работы всех узлов и деталей электрооборудования, режимов работы электро- и технологического оборудования; у) ревизия оборудования, арматуры, систем управления; ф) рихтовка кабелей; х) техническое диагностирование электрооборудования; ц) устранение мелких дефектов оборудования; ч) центровка электроприводов технологического оборудования; ш) исследование и оценка возможного потенциала энергосбережения электро-технического силового и электронного управляющего оборудования на основе операций технического обслуживания (ТО), текущего ремонта (ТР), капитального ремонта (КР) в соответствии с [17] показаны в табл. 5.

щ) нормативные сроки службы основного силового электрооборудования (табл. 6).

Таблица 6

Наименование электрооборудования	Срок службы, лет	ГОСТ
1. Машины электрические, турбогенераторы	30	533-85
2. Системы возбуждения турбогенераторов и асинхронных комплексов	25	21558-88
3. Двигатели трёхфазные асинхронные напряжением выше 1000 В	20	9630-88
4. Трансформаторы силовые	30	11677-75
5. Трансформаторы тока	25	7746-89
6. Трансформаторы напряжения	25	1983-77
7. Выключатели переменного тока напряжения свыше 1000 В	25	687-78
8. Изоляторы линейные подвесные стержневые полимерные	25	28856-90
9. Шинопроводы магистральные и распределительные переменного тока напряжением до 1000 В	20	6815-79
10. Кабели силовые стационарной прокладки	30	24183-80
11. Кабели силовые стационарной прокладки с резиновой изоляцией	25	24183-80
12. Муфты силовых кабелей	10	13781-86
13. Элегазовые выключатели	25	-

VIII. Схемотехника основных информационных каналов электродугового комплекса (табл. 7)

Таблица 7

Информационные сигналы	S7-315	Win CC	Info-Plus 21	Примечание
1. Температура жидкой стали	+	+	+	СП
2. Активная и реактивная мощность (приборы)	+	+	+	НП
3. Токи электродов 1, 2, 3	+	+	+	СП
4. Напряжения электродов 1, 2, 3	+	+	+	СП
5. Активная и реактивная энергия (счётчики)	+	+	+	СП
6. Температура подины (4 точки контроля)	+	+	+	НП
7. Температура в щитовом пролёте	+	+	+	НП
8. Температура воды на кожух	+	+	+	НП
9. Температура воды из кожуха (2 точки)	+	+	+	НП
10. Температура воды на каркас и от каркаса	+	+	+	НП
11. Температура воды на каркас	+	+	+	НП
12. Температура воды на фурму	+	+	+	НП
13. Температура воды свод	+	+	+	НП
14. Температура воды на арку	+	+	+	НП
15. Температура воды на заслонку и от неё	+	+	+	НП
16. Температура воды от арки	+	+	+	НП
17. Температура воды от холодильника (8 точек)	+	+	+	НП
18. Температура воды охлаждения кабелей «короткой сети» (2 точки)	+	+	+	НП
19. Температура воды от паука	+	+	+	НП
20. Температура воды 2-х трубопроводов «короткой сети»	+	+	+	НП

Продолжение таблицы 7

21. Температура воды трубошины	+	+	+	НП
22. Расход воды на кожух, каркас, арку, заслонку (6 точек)	+	+	+	НП
23. Температура и расход газов, химсостав газов	+	+	+	НП
24. Расход кислорода, аргона (4 точки)	+	+	+	СП Power
25. Вес жидкого металла в ковше, ферросплавов, скрапа, шлакоразводных материалов, заправочных материалов (10 точек)	+	+	+	СП
Входные дискретные сигналы				
26. Наклон печи, уровень шлака (3 точки)	+	+	+	НП
27. Наклон печи, конец плавления слив сплава (6 точек)	+	+	+	ВВ
28. Фурма и электропроводы в положении (4 точки)	+	+	+	НП
29. Температура воды от датчика излучения (4 точки)	+	+	+	НП

Примечание: обозначено: СП – существующий параметр, НП – новый параметр, ВВ – отключения высоковольтного напряжения.

IX. Расчётное значение основных параметров информационных характеристик объектов автоматизации (табл. 8)

Таблица 8

Информационные и технические характеристики объекта	Наработка на отказ, более ...	Электро-энергия	Тепло, вода, газ, пар	Дополнительные возможности
1	2	3	4	5
Крупный энерготехнологический, электрометаллургический завод	140 тыс. часов	ИТЕК-11х	ИТЕК-12х	- увеличение глубины хранения (ОЗУ, лазерный диск); - видео-система;
Размер объекта, min		180 КУ, 128 ГУ по КУ – 7 суток	16 КИ, 8 ГУ, 4 ОУ 10 суток	- ком-муникации;
Глубина хранения графика нагрузки, min				- локаль-ная сеть
Число первичных преобразователей, min		128	16	Etherne-источник бесперебойного питания
Среднее энерготехнологическое или промышленное предприятие	80 тыс. часов	ИТЕК-21х (замена ЦТ5000)	ИТЕК-22х (замена СИРЭН)	- увели-чение глубины хранения (ОЗУ)

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5
Размер объекта, min Глубина хранения графика нагрузки, min Число первичных преобразователей		64 КУ, 64 ГУ по КУ – 5 суток	16 КИ, 8 ТУ, 4 ОУ 5 суток	- коммуникации телефон (выдел. коммут.) - источник бесперебойного питания
Подготовительное производство, предприятие с малым числом точек учёта, коммунально-бытовой сектор	80 тыс. часов	ИТЕК-31х	ИТЕК-32х	- коммуникации: выделенный телефон (коммут.)
Размер объекта, min Глубина хранения графика нагрузки, min Число первичных преобразователей		8 КУ, 8 ГУ по КУ – 5 суток	4 КИ, 2 ТУ, 1 ОУ 5 суток	- источник бесперебойного питания
Промышленная или коммунально-бытовая нагрузка с однофазными счётчиками	10 тыс. часов	ММУ-1		- коммуникации: телефон (выдел. коммут.)
Размер объекта Глубина хранения графика нагрузки, min Число первичных преобразователей Первичные преобразователи		1-6 КУ по КУ 5 суток; Тарифным зонам – 90 суток С импульсным выходом: Е 440, УП-1, УП-2, УП-3 (ММУ-1), Альфа АВВ	Со стандартными выходными сигналами: 0-5 мА, 4-20 мА, 0-10 мГн	- встраиваемая / переносная видео система

Примечание: КУ – канал учёта (датчик); ГУ – группа учёта (группа датчиков); КИ – канал измерения (датчик); ТУ – точка учёта (группа датчиков); ОУ – объект учёта (группа точек).

X. Системо-технологические направления проведения системных НИР и ОКР в электрометаллургии

Ниже отражаются основные из указанных направлений. В настоящее время в условиях действующего производства проводятся НИР и ОКР, основными из которых являются разработка технологий плавлений металла и их электротехнического и электротехнологического обеспечения в направлении: снижения уровня загрязнённости неметаллическими включениями до уровня мировых стандартов в подшипниковых сталях открытой дуговой выплавки и полученных методов вакуум-шлакового ра-

финирования (печь-ковш + вакууматор); снижение кислорода в подшипниковых сталях до 10 ppm; освоение прокатки профилей до 330 мм иковки профилей до 700 мм из круглотоннажных слитков, в т. ч. полученных слитков, в т. ч. полученных методом ЭШП; термоулучшение проката и поковок в полимерной среде и др.; проведены научно-исследовательские работы на стане 1050 в направлении производства проката Ø до 350 мм и квадрата до 300 мм. На вакууматоре VD-60 фирмы *Mannesmann Demag* начато производство вакуумированной шарико-подшипниковой и конструкционной стали с целью увеличения стойкости подшипниковой и прочих деталей машин при их эксплуатации примерно в 2 раза. Начато производство передельной продукции из многослойной стали ферритного класса ДИ-117 повышенной пластичности с поверхностным слоем из стали 08X18T1 и внутренним слоем из стали, содержащей примерно на 20% меньше легирующих элементов, чем сталь поверхностного слоя. Сталь ДИ-117 имеет более высокие пластические и технологические свойства, чем сталь 08X18T1, а коррозионная стойкость, жаропрочность и свариваемость этих сталей близки. Сталь ДИ-117 предлагается для изготовления деталей системы выхлопа автомобилей вместо сталей ферритного класса. освоено производство высокоуглеродистой стали У126 булатного типа. По износостойкости эта сталь в 3-4 раза превышает показатели инструментальных легированных сталей типа X12MФ, X12, 95XBВФ при более низкой её стоимости.

XI. Системные мероприятия по повышению энергоэкономической эффективности энергосбережения в основных комплексах энерготехнологического оборудования основного и вспомогательного оборудования в электросталеплавлении (табл. 9)

Таблица 9

Наименование мероприятий	Ожидаемый экономический эффект, тыс. грн.		
	2010	2011	2012
1	2	3	4
1. Проведение балансовых плавов с целью оптимизации электрических режимов дуговых печей	300	300	300
2. Использование устройств плавного запуска ГПА стана 1050	200	200	200
3. Организация выпуска продукции с максимальным использованием времени льготной оплаты за электроэнергию	1000	1000	1000
4. Включение в работу фильтрокомпенсирующих устройств на 4-х электроподстанциях	800	800	800
5. Практическое использование системы лимитирования электроэнергии на 2-х цеховых электростанциях	-	-	-
6. Обеспечение воздухосбережения завода с помощью систем CCS на двух компрессорных станциях	150	150	150
7. Внедрение тиристорных преобразователей на насосных дуговых печах	-	50	60
8. Реконструкция системы воздухообеспечения по проекту «Укрэско»	-	-	-

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
9. Проведение теплотехнической наладки нагревательных печей (в соответствии с графиком)	1200	1200	1200
10. Внедрение футеровки глиссажных труб из специального материала	200	400	400
11. Снижение непроизводительных расходов газа за счёт регулирования калорийности его состава	90	90	90
12. Внедрение футеровки волокнистыми материалами на нагревательных устройствах передельного производства	-	420	420
13. Внедрение калориметра на ГСПС	-	200	200
14. Внедрение теплового насоса на станции ж/д транспорта	100	200	200
15. Внедрение локальных котельных у тупиковых потребителей (на 5-ти комплексах)	1000	1500	2000
16. Внедрение редуцирующего устройства на 1-ом вводе пара	-	740	740
17. Обеспечение контроля термоизоляции паропроводов	100	100	100
18. Оптимизация работы оборотных циклов технического водоснабжения с внедрением насосных возврата отработанной воды и совершенствованием технологии на станции нейтрализации кислотных и щелочных стоков	200	400	600
19. Обеспечение герметичности энергокоммуникаций	200	200	200
20. Контроль достоверности коммерческих узлов учёта энергоносителей	50	50	50
Итого:	5590	8100	13100
Всего за указанный период 26790 тыс. грн.			

Заключение

Стратегией дальнейшей разработки на основе указанных системо- и схмотехнических положений синтеза адаптивной системы управления электротехнологическим оборудованием режимами плавания электростали и сплавов будет базироваться на основе системных подходов к проектированию указанных систем и работ авторов по энергоэффективности и энергосбережению в электрометаллургии [19-23].

Литература

1. Энергетична стратегія України на період до 2030 року: Розпорядження КМ України від 15.03.2006 р. № 145-р.
2. Паливно-енергетичний комплекс на порозі третього тисячоліття / А. К. Шидловський, М. П. Ковалко, І. В. Вишневський та ін.; Під заг. ред. А. К. Шидловського, М. П. Ковалка. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2000. – 400 с.
3. Эффективное использование и альтернативная энергетика / А. Н. Криволапов, И. Классен, Э. П. Островский и др.; Под ред. А. К. Шидловского. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2000. – 290 с.
4. Энергетичні ресурси та потоки / Під заг. ред. А. К. Шидловського. – Київ: Українські енциклопедичні знання, 2004. – 472 с.
5. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников: опыт и перспектива. – Киев: Наукова думка, 1999. – 315 с.
6. Полонский В. М., Трутнева М. С. энергосбережение. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005. – 160 с.

7. Похольченко в. электрическая альтернатива. бизнес. Жизнь, № 5 (59), 2008. – с. 28-29.
8. Енергетична безпека України: Запоріжжя. Проблеми та перспектива: науково-методичний посібник. – Запоріжжя: Запорізький державний центр науково-технічної та економічної інформації, 2009. – 55 с.
9. Праховник А. В., Коцар О. В. Функціонування оптового ринку електроенергії // Енергетика та електрифікація, № 8\08. – 2008. – с. 3-7.
10. Чернишов В. М., Плачинда В. Д., Комарова В. О. Аналіз динаміки та структури споживання електричної енергії в Україні за 2009 рік // Енергетика та електрифікація, № 6/10. – 2010. – с. 4-6.
11. Энергосбережения в рыночных условиях: материалы семинара, Київ, 31 березня – 1 квітня 2004 р. – Київ: Український центр підготовки та навчання, 2004. – 162 с.
12. Методика визначення неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів М-00013184.0.022.01. – Київ: Держкоменергосбереження, 2001. – 219 с.
13. Самохвалов В. С. Вторинні енергетичні ресурси та енергосбереження. – Київ: Центр учбової літератури, 2008. – 221 с.
14. Электрометаллург. Газета ОАО «Днепроспецсталь» им. А. Н. Кузьмина: Рекламный выпуск, 2008.
15. Збірник основних законодавчих та нормативно-правових актів, що визначають функції Урядового органу державного управління – державної інспекції з енергосбереження. – Київ: державна інспекція з енергосбереження, 2007. – 1193 с.
16. Положення про технічне обслуговування і ремонт електроустановок підприємств гірничо-металургійного комплексу / В. Н. Майоренко, О. А. Романенко, А. П. Капланов, ..., О. П. Лютий та ін. – Київ: державний інститут праці та соціально-економічних досліджень, 2007. – 220 с.
17. Комплексна програма енергосбереження Запорізької області. – Запоріжжя: обласна науково-технічна рада з енергосбереження, 1997. – 162 с.
18. Тимофеев В. Н., Немировский И. А. Энергоменеджмент и энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит, № 5, 2007. – с. 32-37.
19. Лютий А. П. Энергоуправление и энергоснабжение как база энергоэкономической эффективности электрометаллургии Украины // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: № 6\1 (36), 2008. – с. 11-21.
20. Труфанов И. Д., Метельский В. П., Чумаков К. И., Лозинский О. Ю., Паранчук Я. С. Энергосберегающее управление электротехнологическим комплексом как база повышения эффективности металлургии стали // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: № 6/1 (36), 2008. – с. 22-29.
21. Труфанов И. Д., Чумаков К. И., Лозинский О. Ю., Паранчук Я. С. Системометодология разрешения задач повышения энергоэффективности электрометаллургии // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, № 12 (304), 2008. – с. 39-45.
22. Труфанов И. Д., Лютий А. П., Метельский В. П., Чумаков К. И., Андрияс И. А., Снегирёв В. М. Системометодология развития электрометаллургии стали и сплавов как база реализации программ энергоресурсосбережения в Запорожском регионе // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - № 1/1 (43), 2010. – с. 35-51.
23. Труфанов И. Д., Андрияс И. А., Чумаков К. И., Андрияс И. А., Казанская Т. И., Джоев В. В. Научные основы разрешения инновационных проблем идентификации процессов электрометаллургии стали и сплавов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий: № 3/10 (45), 2010. – с. 8-23.