

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ

УДК 658.012.324

Зайцев В.С.<sup>1</sup>, Добровольская Л.А.<sup>2</sup>, Черевко Е.А.<sup>3</sup>

### К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ АСУ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМБИНАТЕ

*В статье рассмотрены вопросы комплексной автоматизации и структуры многоуровневых децентрализованных интегрированных АСУ (ИАСУ) на металлургических комбинатах, приведены рекомендации по созданию ИАСУ.*

**Ключевые слова:** интегрированные АСУ, металлургические комбинаты, технологические участки, слежение и управление производством.

*Зайцев В.С., Добровольська Л.О., Черевко О.О. До питання створення інтегрованих АСУ на металургійному комбінаті. У статті розглянуті питання комплексної автоматизації і структури багаторівневих децентралізованих АСУ (ІАСУ) на металургійних комбінатах, наведені рекомендації по створенню ІАСУ.*

**Ключові слова:** інтегровані АСУ, металургійні комбінати, технологічні ділянки, стеження і управління виробництвом.

*Zaycev V. S., Dobrovolskaya L.A., Cherevko E.A. On the question of creation of integrated ASC at iron and steel works. The questions of complex automation and structure of multilevel decentralized integrated ACS (IACS) on metallurgical combines are considered in the article, recommendations are resulted on creation of IACS.*

**Keywords:** integrated ACS, metallurgical combines, technological areas track and operations management.

**Постановка проблемы.** Интегрированные АСУ (ИАСУ) должны выполнять широкий круг задач по принятию решений, контролю и управлению: планирования, оперативного управления, слежения за ходом технологических процессов и управлению производством. В качестве основы для создания ИАСУ применяются многоуровневые иерархические распределенные структуры, эффективность которых подтверждена практикой.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Теоретические и практические аспекты ИАСУ исследованы во многих трудах отечественных и зарубежных ученых. Весомый вклад в решение проблем в этой активно развивающейся области внесли В.Глушков, А.Богомолв, В.Архангельский, И.Богаенко, Н.Рюмшин, Г.Грабовский, В.Галушко и др. В настоящее время общепринятой является приводимая ниже иерархия функциональных уровней систем автоматизации [1]:

1. Декомпозиция объекта /процесса, направленная на автоматическое управление системы.

2. Средства измерения и исполнительные механизмы.

3. Децентрализованная обработка данных (цифровое управление с целью стабилизации элементарных параметров процесса).

4. Децентрализованная координация (управление качеством продукции, смена режимов, диагностика).

5. Центральная координация (управление производством в целом, в т.ч. рентабельность и затраты на автоматизацию, безопасность процессов).

6. Организационное управление предприятием (распорядительный уровень, информатика, управление финансовыми и материальными потоками, энергоресурсами и кадрами).

Приведенная иерархия используется в качестве основы для создания ИАСУ на отдельных

<sup>1</sup> д-р техн. наук, профессор Приазовского государственного технического университета, г. Мариуполь

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент Приазовского государственного технического университета, г. Мариуполь

<sup>3</sup> студентка Приазовского государственного технического университета, г. Мариуполь

технологических линиях металлургических комбинатов.

**Цель статьи** – на основе существующих теоретических и практических материалов разработать рекомендации по созданию ИАСУ отдельными технологическими линиями на основе существующего опыта комплексной автоматизации технологических участков.

**Изложение основного материала.** Повышение эффективности производства с целью повышения его конкурентоспособности в настоящее время является наиболее актуальной задачей управления. Предприятия черной металлургии с полным циклом производства не являются исключением и с этой точки зрения представляют исключительный интерес. В принципе любой металлургический завод может рассматриваться как единый объект, перерабатывающий поступающие на его вход различные виды сырья и выдающий готовую продукцию в соответствии с заказами. В связи с этим основной целью управления является наиболее эффективное использование ресурсов (материальных, энергетических, трудовых, финансовых) в процессе производства продукции заданного качества с учётом ограничений [1].

В связи с этим ИАСУ должны выполнять широкий круг задач по принятию решений, контролю и управлению: планирования, оперативного управления, слежения за ходом технологических процессов и управлению производством.

Основной систем управления любого уровня являются информационно – измерительные системы (ИИС), которые в принципе могут работать независимо от функций управления. Функции управления в этом случае выполняют операторы на основе информации, получаемой от ИИС. В настоящее время на большинстве металлургических комбинатов существуют ИИС с различными уровнями автоматизации сбора и обработки данных.

*ИИС учёта поступающих на комбинат и отгружаемых с комбината грузов.* Основной объём поступающих грузов составляют сыпучие материалы (агломерат, окатыши, руда, кокс), огнеупоры, металлолом, оборудование и запчасти, горюче-смазочные материалы и т.п. Отгружается готовая металлопродукция, а также продукция вспомогательных производств. Информация о поступающих и отгружаемых грузах формируется путем взвешивания на весах различных типов (платформенные железнодорожные и автомобильные весы, в том числе со взвешиванием на ходу, крановые весы различных типов, внутрицеховые весы, контролируемые материалы, поступающие на технологическую линию и уходящие с неё). Для использования информации о грузах в ИИС взвешивающие устройства должны формировать данные о весе в автоматическом режиме.

В состав ИИС учёта материальных потоков должна входить подсистема слежения за подвижными объектами железнодорожного и автомобильного парков. При работе с полной производительностью оборот вагонного парка на металлургическом комбинате с полным металлургическим циклом может составлять в сутки до двух-трёх тысяч вагонов МПС. Слежение за подвижным составом позволит ускорить оборот вагонов, сократить простой. Необходимо контролировать также перемещения и местонахождение вагонов внутризаводского технологического парка. В настоящее время существует много различных технических устройств контроля положения подвижного состава, однако общепринятых дешёвых и надёжных устройств пока на рынке нет. Известные системы и устройства (навигационные системы GPS или ГЛОНАСС, всевозможные навесные датчики, системы контроля занятости пути и др.) либо очень дороги, либо плохо адаптируются к условиям металлургического производства. Работы в этом направлении продолжаются [2,4].

*Измерительно-управляющие системы, предназначенные для контроля и управления энергетическими потоками* функционируют на металлургических предприятиях уже длительное время. Накоплен достаточно большой опыт их внедрения и эксплуатации. Техническая база (телеметрия, телеуправление, телерегулирование) достаточно надёжна и постоянно совершенствуется. ИИС разработаны и постоянно модернизируются для систем электроснабжения, водоснабжения, газоснабжения и др. С их помощью осуществляется постоянный контроль параметров энергоносителей, таких как напряжения, токи частота, распределение мощностей, давление, расход, качество и т.п. Кроме того, ИИС позволяют осуществлять контроль за нормальными режимами каналов передачи энергоносителей и принимать действенные меры при возникновении аварийных ситуаций (сигнализация оперативному персоналу, выдача рекомендаций в режиме советчика, производство необходимых оперативных переключений автоматически по каналам телеуправления). В состав ИАСУ должны быть включены все составляющие энергетического комплекса - генерирующие

установки, распределительные сети и потребители. При отсутствии на предприятии собственных генерирующих установок их роль играют входные объекты (подстанции, насосные, компрессорные). Большое значение имеют мероприятия по снижению потерь электроэнергии в распределительных сетях. В установках электропотребления снижение потерь мощности и энергии может быть достигнуто:

- а) повышением уровня напряжения на шинах подстанций (ТП);
- б) увеличением сечения проводов сетей;
- в) компенсацией реактивной мощности;
- г) применением новых экономичных потребляющих электроэнергию устройств;
- д) принудительным распределением мощностей при наличии питания потребителей от нескольких регулируемых источников питания;
- е) изменением конфигурации распределительной сети;
- ж) предотвращением хищений ЭЭ;
- з) оптимальное управление электроприводами в динамических режимах.

Пункты (в, д, е, ж, з) могут быть реализованы только на основе применения вычислительной техники.

*Основное значение на металлургических комбинатах имеют технологические линии получения готовых изделий, начиная от выплавки чугуна и кончая отделкой готовых изделий. Технологические линии обычно представляют собой отдельные агрегаты, на которых последовательно выполняются предусмотренные технологическими инструкциями операции. Обычно технологические линии располагаются в пределах одного цеха, но специфика металлургического производства вызывает необходимость создания технологических линий и между цехами.*

Рассмотрим этот вопрос подробнее на примерах некоторых технологических участков.

*Технологическая линия производства толстолистового проката.* Агломерат, производимый на аглофабриках, поступает в доменный цех в качестве исходного сырья для выплавки чугуна. Выплавленный в доменном цехе жидкий чугун транспортируется в конверторный или мартеновский цех по железнодорожным путям с помощью чугуновозных ковшей. По пути следования ковшей с расплавленным чугуном выполняются операции по их взвешиванию на железнодорожных весах с целью определения веса брутто, десульфурация чугуна и скачивание шлака. Конечной операцией является слив чугуна в миксер либо в заливочный ковш. При следовании порожних ковшей в обратном направлении также осуществляется их взвешивание с целью определения веса тары. Основной задачей при транспортировке чугуна является сохранение его температуры как можно на более высоком уровне. После заливки чугуна в конвертер с учётом добавок и продувки кислородом плавка сливается в сталеразливочный ковш. После операций по внепечной обработке стали сталеразливочный ковш помещается на сталеразливочный стенд машины непрерывной разливки стали (МНЛЗ). После затвердевания в зоне вторичного охлаждения и раскря литейной непрерывной заготовки на заданные длины на машине газовой резки, заготовки поступают в толстолистовой прокатный цех. После взвешивания и нагрева в методических печах и гидросбива окалины заготовки поступают на участок клетей. Листовой раскат заданной толщины после чистовой клетки поступает на ножницы поперечного реза, где удаляется передняя и задняя дефектные части, а годная полоса раскраивается на листы заданной длины. Необходимая ширина листов достигается с помощью кромкообрезных ножниц. Далее годные листы поступают на дефектоскопию и отделочные участки, на которых осуществляется термообработка, нанесение антикоррозионных покрытий и т.п. После взвешивания годные листы отгружаются заказчикам. На толстолистовых станах прокатываются также плиты (толщина проката обычно больше 50 мм). Прокатка толстых листов и плит может осуществляться и из литых слитков стали, поступающих из сталеплавильных цехов[3].

*Технологическая линия производства листового проката на непрерывных станах горячей и холодной прокатки.* Прокатка на таких станах осуществляется обычно из литых заготовок, поступающих из конверторных цехов, и из слитков, поступающих из конверторного или из мартеновского цехов. При прокатке слитков, предварительно нагретых в нагревательных колодцах, на обжимном прокатном стане (слябинге) получают заготовки, аналогичные литым заготовкам, поступающим с МНЛЗ. Обычно заготовки перед подачей на линию непрерывного листопрокатного стана предварительно нагревают в методических печах. Практикуется также

прокатка листов из заготовок, получаемых на слябинге с первого нагрева в нагревательных колодцах. Нагретые заготовки поступают на черновую группу клетей, затем листовой раскат поступает на участок чистовой группы клетей и, после душирующих устройств, на участок моталок. Рулоны листового проката после охлаждения и взвешивания отгружаются заказчикам.

Холодный прокат получают на стане холодной прокатки из рулонов листовой стали, поступающих со станов непрерывной горячей прокатки на непрерывно-травильный агрегат, где из нескольких таких рулонов формируется после их размотки рулон большей массы. Многоклетевой стан холодной прокатки оснащен разматывающей и сматывающей моталками, расположенными перед и за группами клетей. С помощью этих моталок осуществляется реверсивная прокатка холодного металла до получения заданных параметров листов. Далее холодный прокат поступает на участок летучих ножниц для порезки на листы. Имеются также агрегаты для нанесения на листовой прокат антикоррозийных покрытий, например, покрытия цинком.

*Технологическая линия производства сортового проката и рельсов.* Прокатка данных видов проката осуществляется на специальных прокатных станах обычно из стальных слитков, поступающих из сталеплавильных цехов. Слитки поступают на реверсивный заготовочный стан горячей прокатки (блюминг) после нагрева в нагревательных колодцах. Нагретые слитки после гидросбива окалины поступают на поворотный стол для разворота конусностью вперёд. Одновременно осуществляется взвешивание слитков. После прокатки до получения заданных параметров раскаты поступают на участок ножниц поперечного, где раскраиваются на заданные длины. Заготовки направляются на склад заготовок либо сразу в рельсобалочные и сортопрокатные цехи. В рельсобалочных цехах прокатываются рельсы и сортовой прокат тяжелых профилей (швеллеры, уголки, двутавровые балки и т.п.). Сортопрокатные цехи (крупносортовые, среднесортные, мелкосортные, трубопрокатные и др.) предназначены для прокатки изделий самого различного назначения. Все эти цехи имеют нагревательные устройства, прокатные станы, устройства для раскроя проката (пилы горячей резки, ножницы различных конструкций), отделочные участки. На рис.1 приведена функциональная структура АСУ, включающая в себя:

Помимо перечисленных выше технологических линий на металлургических комбинатах с полным металлургическим циклом обычно имеется и ряд других производств, к таковым относятся обжиг извести, шлакопереработка, изготовление товаров народного потребления и др. На комбинатах имеется ряд вспомогательных цехов, инженерных служб и т.п., обеспечивающих основное производство. Металлургические комбинаты имеют связи с многочисленными поставщиками сырья, энергоносителей, материалов, оборудования, потребителями их продукции и транспортными организациями. Все эти отношения требуют огромного оборота документов и, как следствие, многочисленного аппарата служащих. К сожалению, в настоящее время не существует ИАСУ, которая бы в полном объёме решала задачи учёта, анализа и управления не только всем производственным циклом, но и отдельными технологическими процессами.

Как указывалось выше, разработку и внедрение ИАСУ целесообразно осуществлять на основе декомпозиции объектов и процессов. При разработке систем управления объектами и технологическими процессами используются обычно математические модели, связывающие входные и выходные величины. Эта связи могут быть либо детерминированными, либо не детерминированными, носящими статистический характер. Один объект или процесс могут описываться несколькими моделями в зависимости от выбираемых критериев оптимизации. При этом в последнее время наблюдается тенденция к упрощению математических моделей за счет их линеаризации в области малых изменений регулируемого параметра. При невозможности построения математической модели либо при её излишней сложности в последнее время получают все большее распространение искусственные нейронные сети и системы управления, основанные на применении нечёткой логики [3]. При построении систем управления предпочтение должно отдаваться самонастраивающимся системам управления, основанным на оптимизации работы систем на основе выбираемых параметров. Подробное описание таких систем приведено в [6].

При разработке ИАСУ технологическим процессом, при котором обработка продукции осуществляется на нескольких, соединённых последовательно участках, необходимо иметь ввиду, что значения многих параметров носят случайный характер. Эти параметры

характеризуются статистическими характеристиками (математическими ожиданиями, дисперсиями, среднеквадратическими отклонениями, законами распределения плотности вероятности, корреляционными отношениями и т.п.). Поэтому параметры готовой продукции будут характеризоваться статистическими характеристиками, представляющими собой композицию статистических характеристик, имеющих место на отдельных последовательно соединённых участках.

Кроме того, необходимо иметь ввиду, что композиция локальных минимумов (или максимумов) на отдельных участках сложной системы отнюдь не обеспечивает подобную же картину на выходе такой системы. В этом случае необходимо использовать специальные методы поиска глобального оптимума (см., например, [5]).

К сожалению, в рамках ограниченной статьи нет возможности проанализировать и проиллюстрировать изложенное выше на отдельных примерах технологических линий и сложных систем, входящих в состав металлургических комбинатов. Этот материал должен, по мнению авторов, излагаться в отдельных публикациях.

### **Выводы**

1. При анализе сложных ИАСУ необходимо использовать декомпозицию объектов, входящих в систему. Исследования необходимо осуществлять с помощью детерминированных или статистических моделей.

2. При объединении локальных систем в сложную систему необходимо осуществлять поиск глобального оптимума.

### **Список использованных источников:**

1. Интегрированные АСУ в промышленности / В.И.Архангельский, И.Н.Богаенко, Н.А.Рюмшин; под ред. В.И.Архангельского. – К.: НПК КИА, 1995. – 316 с.
2. Зайцев В.С. К вопросу создания АСУ при перевозках жидкого чугуна на участке доменный цех - конвертерный цех / Зайцев В.С., Гулыга Д.В., Дубовкина М.Ю. // Металлургическая и горнорудная промышленность. - Днепропетровск. -2002.- №1.- С.107-109.
- 3 Г.Г. Грабовский. ИАСУ толстолистовыми прокатными станами. – К: Техніка, 448с., 2001.
4. В.Г. Галушко. Статистический подход к планированию перевозок грузов на маршрутах транспортной сети региона/ Управляющие системы и машины.- Киев. - №3.-2009.-С. 87 – 92.
5. Р.Г. Стронгин. Поиск глобального оптимума – М: Знание, 1990., 47с.
6. Самонастраивающиеся системы / Под ред. П.И. Чинаева. – К: Наукова думка, 528с.,1969.

Рецензент: Ю.Л.Саенко  
д-р тех. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 26.04.2010