



УДК 620.91.004.896:669.1

А.И. КРИВОНОСОВ, докт. техн. наук, профессор, начальник отдела,
Н.Б. МАЛАШЕНКО, главный инженер проекта, **С.Б. СТЮКОВ**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник,
В.Ф. МАЛИКОВ, начальник отдела, **А.И. ДВЕРНИЦКИЙ**, главный технолог, **А.С. КИЙКО**, инженер
 Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ ОАО «ВОЛГОЦЕММАШ»

Представлена разработанная УкрГНТЦ «Энергосталь» автоматизированная система технического учета потребления энергоресурсов на создаваемом металлургическом производстве ОАО «Волгоцеммаш». Система позволяет выполнить контроль и учет расхода энергоресурсов (электроэнергии в сетях 6 кВ, природного газа, сжатого воздуха, кислорода, аргона, азота, воды, тепловой энергии и теплоносителя) по основным объектам комплекса машины непрерывного литья заготовок и прокатного стана.

Ключевые слова: АСУП Э, приборы учета энергоресурсов, теплоэнергоконтроллер ТЭКОН-17, OPC-сервер, сервер АСУП, АРМ, программное обеспечение.

Стоимость энергоресурсов в металлургическом производстве является одной из основных составляющих себестоимости выпускаемой продукции.

Для создаваемого по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» металлургического производства ОАО «Волгоцеммаш» (г. Тольятти) в соответствии с требованиями нормативных документов Российской Федерации [1, 2] разработана АСУП технического учета потребления энергоресурсов (АСУП Э) по основным объектам комплекса машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и прокатного стана.

АСУП Э позволяет выполнить мониторинг потребления энергоресурсов и своевременно выявить места повышенного потребления, обеспечить инженерно-технический персонал оперативной и достоверной информацией об удельном расходе энергоресурсов на тонну проката.

Система предназначена для контроля и учета:

- электроэнергии по всем питающим фидерам в сетях 6 кВ;
- природного газа;
- осушенного сжатого воздуха;
- кислорода;
- аргона;
- азота;
- технической, питьевой, горячей воды;
- тепловой энергии и теплоносителя.

Контроль и учет потребления энергоресурсов производится в отделении МНЛЗ, на участке прокатного стана, в блоке водоподготовки (БВП), административно-бытовом корпусе (АБК), отделении брикетирования железосодержащих отходов (ОБЖСО) – контролируемые энергоресурсы и точки учета приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Контролируемые энергоресурсы и точки учета

Наименование объектов	Контролируемые энергоресурсы и количество точек учета							
	Электроэнергия 6 кВ	Природный газ	Осушенный сжатый воздух	Кислород	Аргон	Азот	Вода техническая, питьевая, горячая	Тепловая энергия и теплоноситель
Отделение МНЛЗ	11	1	1	1	1	–	1	–
Участок прокатного стана	20	1	1	1	–	1	3	–
Ямы окалины МНЛЗ и прокатного стана	–	–	–	–	–	–	1	1
Приточная станция	–	–	–	–	–	–	–	1
Блок водоподготовки	3	–	–	–	–	–	3	1
Отделение брикетирования	–	1	1	–	–	–	3	1
Административно-бытовой корпус	–	–	–	–	–	–	3	1

Общее количество точек учета энергоресурсов по объектам комплекса МНЛЗ и прокатного стана – 63.

Источниками данных по учету потребления энергоресурсов для АСУП Э являются первичные приборы учета (датчики, счетчики), устанавливаемые на участках комплекса МНЛЗ и прокатного стана.

Основные функции системы:

- сбор параметров измерения с приборов учета энергоресурсов;
- контроль и учет потребления электроэнергии (активной и реактивной мощности, коэффициента мощности, напряжения, силы тока и частоты по трем фазам в трехфазных цепях переменного тока);
- контроль и учет потребления газовых сред, воды (по типам), тепловой энергии и теплоносителя;
- создание и ведение на сервере АСУП единой информационной базы данных, обеспечивающей долговременное и надежное хранение информации (сервер является общим для систем учета энергоресурсов и металла МНЛЗ и прокатного производства (АСУП М), поэтому не имеет индекса Э);
- обработка и обмен информацией сервера АСУП с автоматизированными рабочими местами (АРМ);
- визуализация информации по учету энергоресурсов на АРМ в реальном времени;
- определение удельного расхода энергоресурсов;
- предоставление отчетной информации по расходу энергоресурсов на цеховых и заводских АРМ;
- генерация отчетов по расходу энергоресурсов (за час, смену, сутки, декаду, месяц, квартал, полугодие, год);
- экспорт и хранение отчетов в форматах PDF, XLS;
- защита информации от несанкционированного доступа;
- возможность отправки готовых отчетов по E-mail;
- интеграция с АСУ завода.

Основой АСУП Э является программно-технический комплекс (ПТК), в состав которого входят технические средства (вычислительная техника, сетевое оборудование) и программно-математическое обеспечение.

Структурная схема АСУП Э (рис. 1) включает два уровня: нижний (приборы учета энергоресурсов) и верхний (сервер АСУП и АРМ).

Нижний уровень:

- счетчики потребления электроэнергии;
- счетчики потребления природного газа с электронными корректорами ЕК 260;
- счетчики потребления сжатого воздуха;
- датчики учета потребления кислорода, аргона;
- датчики учета потребления технической, питьевой и горячей воды;

- счетчики учета тепловой энергии и теплоносителя;
- теплоэнергоконтроллеры ТЭКОН-17.
Верхний уровень:
- сервер АСУП;
- цеховые и заводские АРМ инженерно-технического и управленческого персонала;
- станция инжиниринга;
- принтеры;
- сетевое коммуникационное оборудование.

Согласно требованиям заказчика, для контроля и учета потребления энергоресурсов должны применяться приборы (датчики, счетчики, преобразователи, контроллеры) российских производителей, соответствующие нормативным документам Российской Федерации. В связи с этим в АСУП Э применяются следующие приборы для учета потребления:

- электроэнергии в сетях 6 кВ – трехфазные счетчики серии СЕ 303 – СЕ 303S1513 JAZ (с целью сокращения периода опроса сервером АСУП электросчетчики разделены на группы, по пять в каждой, которые соединены между собой и подключены к серверу АСУП по отдельному интерфейсу RS-485);
- природного газа – измерительные комплексы СГ-ЭКВ-Р, которые состоят из счетчика газа ротационного типа RVG и электронного корректора объема газа ЕК 260, выполняющего вычисления расхода газа с учетом измеренных показателей давления и расхода (измерительный комплекс СГ-ЭКВ-Р входит в комплект поставки регулируемой газовой установки);
- сжатого воздуха – ультразвуковые счетчики газа ГУВР-011А2,1/BC-К;
- кислорода и аргона – термопреобразователи ТСМУ Метран-274МП-02-100, датчики давления СМХ-5160-02, поплавковые расходомеры Н 250.

Расход сжатого воздуха, кислорода и аргона определяется с учетом измерений температуры и давления теплоэнергоконтроллером ТЭКОН-17 – многофункциональным вторичным прибором, совмещающим в себе функции многоканального регистратора, счетчика и контроллера. Данный прибор обеспечивает учет энергоносителей (сжатый воздух, кислород, аргон, вода, тепловая энергия) и применяется для комплексного решения следующих задач:

- технологический учет энергоносителей с помощью датчиков расхода, избыточного давления, температуры;
- вывод любых измеренных и расчетных параметров на буквенно-цифровой дисплей передней панели прибора;
- архивирование (хранение в памяти) учетных параметров за час, сутки, месяц;

- вывод в АСУП Э всей информации об объекте учета. Для учета расхода питьевой, технической и горячей воды используются преобразователи расхода Метран-300 и теплоэнергоконтроллеры ТЭКОН-17.

Количество тепловой энергии и теплоносителя учитывается счетчиками тепла Метран-400, в комплект которых входят термопреобразователи, преобразователи расхода и теплоэнергоконтроллер ТЭКОН-17 (измеряемые параметры – температура, расход прямого и обратного теплоносителя на отопление помещений).

Сбор информации с приборов учета потребления энергоресурсов производится:

- в отделении МНЛЗ, на участке прокатного стана и АБК – сервером АСУП, находящимся в отделении МНЛЗ (расстояние от приборов учета энергоресурсов в отделении МНЛЗ и участке прокатного стана до сервера АСУП – не более 100 м);
- в ВВП и ОБЖСО – АРМ-шлюзом, находящимся в ВВП (расстояние от приборов учета энергоресурсов до АРМ-шлюза – не более 100 м; между сервером АСУП и АРМ-шлюзом – не более 500 м).

Подключение электросчетчиков, электронных корректоров ЕК 260, теплоэнергоконтроллеров ТЭКОН-17 к серверу АСУП и АРМ-шлюзу производится по интерфейсу RS-485 через коммуникационные платы RS485-PCI-1612CU и соответствующие программные OPC-серверы приборов учета. Цикл опроса приборов учета сервером АСУП и АРМ-шлюзом составляет 1 минуту.

Сервер АСУП, АРМ-шлюз и АРМ соединяются по локальной сети оптоволоконной линией связи Ethernet. Использование оптического канала связи обеспечивает высокую помехозащищенность линии, что особенно важно в условиях, когда сервер АСУП, АРМ-шлюз и АРМ размещаются в помещениях разных корпусов завода на значительном расстоянии друг от друга.

В качестве ПЭВМ сервера АСУП и АРМ-шлюза используются высокопроизводительные промышленные ПЭВМ фирмы Advantech с мониторами, клавиатурами и манипуляторами офисного исполнения. Надежность хранения данных на сервере АСУП обеспечивается за счет RAID-массивов. В качестве ПЭВМ АРМ возможно использование ПЭВМ офисного исполнения при соблюдении требований к помещениям, в которых будут установлены АРМ.

Для питания сервера АСУП и АРМ используются локальные источники бесперебойного питания класса On-line с двойным преобразованием серии VH фирмы General Electric. Для печати отчетных документов используются лазерные принтеры фирмы Hewlett Packard для черно-белой и цветной печати. Внешний вид типовых АРМ АСУП Э представлен на рис. 2.

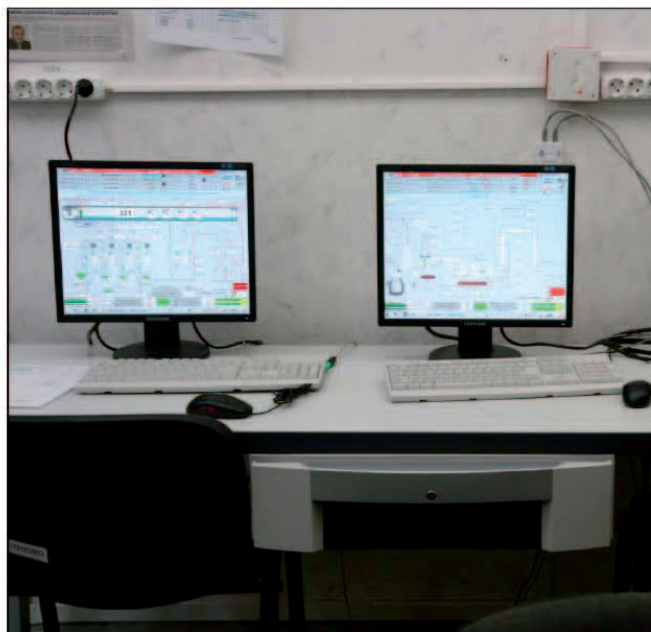


Рисунок 2 – Типовые АРМ специалистов по учету потребления энергоресурсов

На сервер АСУП из АСУП М поступает информация об объемах произведенной продукции в отделении МНЛЗ и на прокатном стане. С любого АРМ имеется возможность доступа к информации систем АСУП Э и АСУП М, что повышает надежность ПТК.

УкрГНТЦ «Энергосталь» может разработать и изготовить основное оборудование систем АСУП Э и АСУП М (шкаф серверный, шкафы АРМ, сетевое оборудование) и поставить его заказчику. Комплексная отладка аппаратуры и прикладного программного обеспечения проводится на стенде.

В качестве инструментального программного обеспечения для построения АСУП Э использована SCADA-система InTouch с внешней системой визуализации данных HMI Reports. Оба программных продукта являются разработкой компании Wonderware (США) [3, 4] и позволяют наиболее эффективно решать следующие задачи:

- сбор и консолидация данных от различных источников информации – приборов учета потребления энергоресурсов;
- обработка полученных данных и организация их долговременного хранения в СУБД MS SQL Server;
- визуализация хранимых на АРМ данных в виде видеокладов, таблиц, исторических трендов и трендов реального времени;
- автоматическое формирование отчетов на основании имеющихся данных и предоставление их конечным пользователям.

Решение об использовании данного программного обеспечения обусловлено следующими факторами:



1. В АСУ ТП МНЛЗ и АСУ ТП прокатного стана, поставляемых фирмой Danieli, на верхнем уровне применяется SCADA-система InTouch компании Wonderware, поэтому желательнее использовать однотипное программное обеспечение в проектах, которые тесно связаны между собой.

2. SCADA-система InTouch имеет очень мощный встроенный механизм работы с промышленными СУБД – Oracle, MS SQL Server и т.п.

3. В SCADA-систему InTouch входит функциональный модуль Device Integration Products, позволяющий организовать получение данных от OPC-серверов различных производителей.

4. Система Wonderware HMI Reports, которая используется для решения задач визуализации отчетных документов, позволяет представить данные по потреблению энергоресурсов в табличной и графической формах (в виде графиков, круговых диаграмм и гистограмм). Сгенерированные отчеты автоматически конвертируются в PDF, XLS и HTML-форматы с последующей отправкой на печать и рассылкой по E-mail. Важной особенностью системы Wonderware HMI Reports является возможность организации WEB-портала для работы с отчетами.

Разработанное прикладное программное обеспечение выполняет функции:

- обмен информацией с программными OPC-серверами приборов учета (электросчетчиков, электронных корректоров ЕК 260 счетчиков природного газа, теплоэнергоконтроллеров ТЭКОН-17) для осуществления записи параметров в базу данных MS SQL Server;
- обработка полученной информации и сохранение в базе данных MS SQL Server;
- визуализация обработанных данных и представление их в виде отчетов.

Пользователь имеет возможность запросить имеющуюся информацию по потребляемым энергоресурсам за определенный период времени. Система видеокadres имеет иерархическую структуру, позволяющую перемещаться от одного видеокadra к другому для получения необходимой информации. Все видеокadres сгруппированы по участкам учета потребления энергоресурсов. Возле каждого графического изображения датчика указано его наименование и измеряемый параметр.

Ниже приведены примеры видеокadres:

- контроль и учет потребления энергоресурсов в отделении МНЛЗ (рис. 3);
- информация по учету потребления электроэнергии в отделении МНЛЗ (рис. 4);

- сводный учет потребления энергоресурсов по объектам комплекса МНЛЗ и прокатного стана (рис. 5).



Рисунок 3 – Пример видеокadra контроля и учета потребления энергоресурсов в отделении МНЛЗ

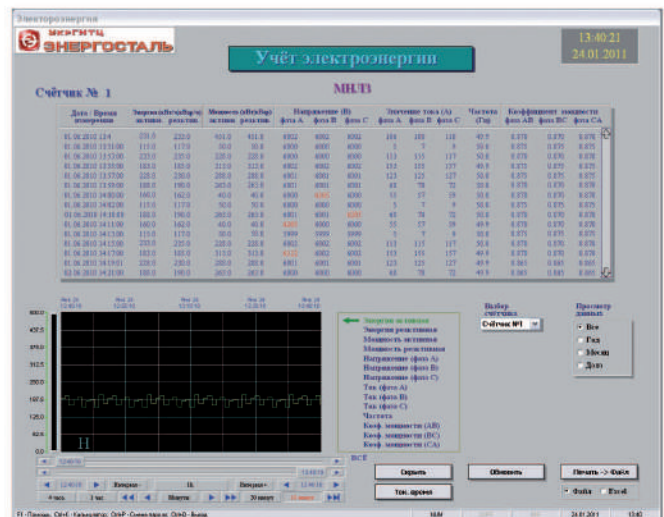


Рисунок 4 – Пример видеокadra учета потребления электроэнергии в отделении МНЛЗ

Внедрение АСУЭ на ОАО «Волгоцеммаш» позволит обеспечить планирование и оптимизацию потребления энергоресурсов. Разработанная АСУЭ является базовой и может быть адаптирована на металлургических и ферросплавных предприятиях с целью решения аналогичных задач по учету расхода энергоресурсов.

Эффективность разработанных решений может быть значительно повышена в дальнейшей комплексной увязке с вопросами учета расхода металла, организационными, технологическими и другими специализированными мероприятиями по экономии энергоресурсов.

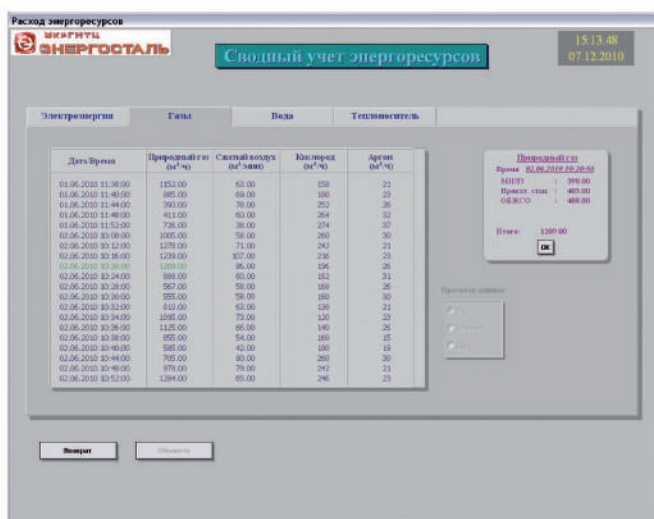


Рисунок 5 – Пример видеокadra сводного учета потребления энергоресурсов по объектам комплекса МНЛЗ и прокатного стана

ВЫВОДЫ

1. АСУП Э технического учета потребления энергоресурсов на создаваемом металлургическом производстве ОАО «Волгоцеммаш» позволяет выполнить контроль и учет расхода энергоресурсов по основным объектам комплекса МНЛЗ и прокатного стана (электроэнергии в сетях 6 кВ, природного газа, сжатого воздуха, кислорода, аргона, азота, воды, тепловой энергии и теплоносителя).

2. Структурная схема АСУП Э включает два уровня: нижний уровень (приборы учета энергоресурсов, теплоэнергоконтроллеры ТЭКОН-17) и верхний уровень (сервер АСУП и АРМ). Для построения АСУП Э использована SCADA-система InTouch с внешней системой визуализации данных HMI Reports компании Wonderware. Информационный обмен данными приборов учета с сервером АСУП осуществляется программными OPC-серверами соответствующих приборов. Для хранения информации на сервере АСУП используется СУБД MS SQL Server.

Надано розроблену УкрДНТЦ «Енергосталь» автоматизовану систему технічного обліку енергоресурсів у металургійному виробництві ВАТ «Волгоцеммаш». Система дозволяє виконати контроль та облік енергоресурсів щодо основних об'єктів комплексу машини безперервного лиття заготовок і прокатного стану – електроенергії у мережах 6 кВ, природного газу, стисненого повітря, кисню, аргону, азоту, води, теплової енергії та теплоносія.

3. Визуализация информации по учету потребления энергоресурсов на АРМ инженерно-технического персонала производится в режиме реального времени. Отчетная информация по учету энергоресурсов (за час, смену, сутки, месяц, квартал, полугодие, год) представляется на WEB-портале в файлах форматов PDF, XLS. АСУП Э позволит своевременно выявить места повышенного потребления энергоресурсов и принять решения по снижению их удельного расхода.

4. Реализация разработанных технических решений в сочетании с мероприятиями по экономии энергоресурсов повысит эффективность функционирования АСУП Э.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Российская Федерация. Постановления.** О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию (раздел 5) с изменениями согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 13 апреля 2010 г. № 235 (Раздел 10.1 «Мероприятия по обеспечению соблюдения требований энергетической эффективности и требований оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов.») : Принято Правительством Российской Федерации. 16 февраля 2008 г. № 87 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://talan.su/postanovlenie_87_o_sostave.
2. **РД 34.09.102.** Правила учета тепловой энергии и теплоносителя.
3. **Батюк, С.** Универсальная система отчетности Wonderware HMI Reports / С. Батюк // Мир автоматизации. – 2009. – № 5. – С. 6–9.
4. **Батюк, С.** Системы диспетчеризации и телеметрии на платформах Wonderware System Platform & InTouch / С. Батюк // Мир автоматизации. – 2010. – № 4. – С. 52–55.

Поступила в редакцию 27.01.2011

The paper describes the automation system developed by UkrSSEC "Energostal" for energy consumption record at the steel production of JSC "Volgotsemash". The system allows to control and to record energy resources (power in networks of 6 kV, natural gas, compressed air, oxygen, argon, nitrogen, water, heat energy and heat agent) on the mainline objects of the complex continuous casting machine and rolling mill.