

УДК 621.38

## АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЁТА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД НА КЕМЕРОВСКОМ ОАО «АЗОТ»

Ярышкин Н.В., Астахов В.Ю., магистранты гр. РТм-151, II курс  
Научный руководитель: Курышкин Н.П., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

Кемеровское ОАО «Азот» выпускает более 40 наименований химической продукции и является одним из крупнейших в Российской Федерации производителей минеральных удобрений для аграрного комплекса. Кроме этого предприятие производит капролактамы и другую продукцию органического синтеза для производителей пластмасс и красителей.

Всё это непрерывно действующее производство характеризуется постоянным потреблением жидкого и газообразного сырья, расход и параметры состояния которого необходимо учитывать в постоянном режиме. Характер протекания технологических процессов – непрерывный, с длительным поддержанием режимов, близких к установившимся, с практически безостановочной подачей сырья.

В настоящее время для учета расхода сырья используются устаревшие измерительные приборы (рис.1), которые фиксируют показания на диаграммной бумаге. Для вычисления среднесуточного расхода данные с диаграмм обрабатываются планометристами вручную, что является весьма трудоемким процессом. Кроме того это оборудование не отвечает современным требованиям по надежности и точности и требует постоянного контроля и обслуживания.



Рис. 1 Вторичный регистрирующий прибор *PMT-39D*

Замена устаревших измерительных приборов современным программируемым логическим контроллером позволит существенно сократить затраты, связанные с ручной обработкой результатов, повысит оперативность их получения и точность, позволит сократить расходы на контроль и обслуживание и, в целом, повысит информативность протекания технологических процессов [1].

В качестве замены по соотношению цена – качество идеально подошёл программируемый логический контроллер (ПЛК) фирмы *Siemens* модели *S7-1200*. Эти контроллеры имеют модульную конструкцию и универсальное назначение. Они способны работать в реальном масштабе времени, могут ис-

пользоваться для построения узлов комплексных систем автоматического управления, поддерживающих интенсивный коммуникационный обмен данными через сети *Industrial Ethernet/PROFINET*, а также *PtP (Point-to-Point)* соединения [2]. ПЛК S7-1200 способны обслуживать до 284 дискретных и до 51 аналогового канала ввода-вывода (рис. 2).



Рис. 2 Общий вид ПЛК S7-1200 фирмы *Siemens*

К процессорному модулю (*CPU*) программируемого контроллера S7-1200 могут быть подключены коммуникационные модули (*CM*), сигнальные модули (*SM*) и сигнальные платы (*SB*) ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов. Совместно с ними используются 4-канальный коммутатор *Industrial Ethernet (CSM 1277)* и модуль блока питания (*PM 1207*).

Объектом автоматизации стали пять узлов учета параметров технологических сред, объединенных территориально (расположены в смежных корпусах) в одну систему. Исходные данные для разработки системы автоматизации приведены в таблице 1.

В старой системе учёта использовались три вторичных прибора *PMT-39D*. С их помощью выполнялись измерения, регулирование и регистрация температуры и других неэлектрических величин (частоты, давления, расхода, уровня и др.), преобразованных в электрические сигналы силы, напряжения постоянного тока и активное сопротивление постоянному току. Значения измеряемых величин отображались на цифровом индикаторе прибора и на бумажной диаграммной ленте в виде диаграммы.

Автоматизация системы учета заключалась в замене вторичных приборов на один ПЛК S7-1200, организации дополнительных информационных каналов, разработке программного обеспечения и её отладки.

В настоящее время широкое применение при создании автоматических систем учёта и управления на базе ПЛК *Siemens* широко применяется программная среда *STEP7*. Он позволяет проводить разработку как программных, так и аппаратных средств в пределах одного проекта, в результате чего на основе требований к программной и аппаратной частям происходит создание и

конфигурирование необходимых средств и сетей, рабочих программ и блоков данных для решения задач автоматизации.

Таблица 1

Исходные данные автоматической системы учёта.

№	Среда и её параметры	Тип датчика	Шкала измерения	Выпуск или потребление
1	Продукт Азота на Химпром	<i>EJA110A</i>	630 нм <sup>3</sup> /ч	выпуск
	давление	<i>EJA530A</i>	2,5 кгс/см <sup>2</sup>	
	температура	<i>TCM50M</i>	(0 ÷ 100) °С	
2	Воздух на гребёнку Q804-1	<i>EJA110A</i>	4175,5 нм <sup>3</sup> /ч	выпуск
	давление	<i>EJA530A</i>	6 кгс/см <sup>2</sup>	
	температура	<i>TCM50M</i>	(0 ÷ 100) °С	
3	Воздух в цех №13 Q804-2	<i>EJA110A</i>	1671,3 нм <sup>3</sup> /ч	выпуск
	давление	<i>EJA530A</i>	6 кгс/см <sup>2</sup>	
	температура	<i>TCM50M</i>	(0 ÷ 100) °С	
4	Пар 7 на технол. FE25	<i>EJA110A</i>	200 кг/ч	потребление
	давление	<i>EJA530A</i>	10 кгс/см <sup>2</sup>	
	температура	ТХК	(0 ÷ 300) °С	
5	Пар 7 на технол. FE26	<i>EJA110A</i>	2300 кг/ч	потребление
	давление	<i>EJA530A</i>	10 кгс/см <sup>2</sup>	
	температура	ТХК	(0 ÷ 300) °С	

Общая структура системы, работающей под управлением *STEP7*, показана на рис. 1 [3]. Типы сигналов и перечень оборудования, выбранного в среде *STEP7*, приведены в табл. 2.



Рис. 1 Структура системы автоматизации

В графе «Тип сигнала» указан тип входного сигнала: *AI* – токовый аналоговый вход (диапазон 4 – 20мА); *RTD* – термометр сопротивления; *TC* – термопара. Количество измерительных каналов – 15. Каждый измерительный канал должен отвечать требованиям безопасности на взрывоопасном производстве, поэтому необходимо обеспечить искроза-

щиту. Для этого были применены повторители источника питания (барьеры). Они обеспечивают полную гальваническую развязку цепей питания постоянного тока для двухпроводных 4 – 20мА датчиков-преобразователей, находящихся в опасной зоне, и повторяют их токовый сигнал на нагрузке в безопасной зоне.

Были использованы барьеры фирмы *GM International*. Для аналоговых входов – двухканальные барьеры *GM D5014D*. Для температурных сигналов были использованы двухканальные барьеры *GM D5072D*. Это двухканальные

преобразователи, которые принимают сигналы низкого уровня от находящихся в опасной зоне термопар, 2-3-4 – проводных термометров сопротивления, потенциометрических датчиков, милливольтовых источников, преобразуют их в стандартный выходной сигнал 0/4-20мА, обеспечивают гальваническую развязку и передают его в безопасную зону. В итоге получилось пять аналоговых и три температурных искрозащитных барьера.

Таблица 2

Типы сигналов и перечень оборудования автоматической системы учёта

№	Среда и её параметры	Шкала измерения	Тип сигнала	Барьер аналоговый	Барьер температурный
1	Продукт Азота на Химпром	630 нм <sup>3</sup> /ч	AI	GM D5014D	GM D5072D
	давление	2,5 кгс/см <sup>2</sup>	AI		
	температура	(0 ÷ 100) °C	RTD		
2	Воздух на гребёнку Q804-1	4175,5 нм <sup>3</sup> /ч	AI	GM D5014D	GM D5072D
	давление	6 кгс/см <sup>2</sup>	AI		
	температура	(0 ÷ 100) °C	RTD		
3	Воздух в цех №13 Q804-2	1671,3 нм <sup>3</sup> /ч	AI	GM D5014D	GM D5072D
	давление	6 кгс/см <sup>2</sup>	AI		
	температура	(0 ÷ 100) °C	RTD		
4	Пар 7 на технол. FE25	200 кг/ч	AI	GM D5014D	GM D5072D
	давление	10 кгс/см <sup>2</sup>	AI		
	температура	(0 ÷ 300) °C	TC		
5	Пар 7 на технол. FE26	2300 кг/ч	AI	GM D5014D	GM D5072D
	давление	10 кгс/см <sup>2</sup>	AI		
	температура	(0 ÷ 300) °C	TC		

Для питания датчиков и аналоговых модулей потребовался 24-вольтовый блок питания. Был использован блок питания фирмы *RHOENIX CONTACT TRIO-PS/AC/24DC/10*.

Далее самая важная часть автоматизированной системы – процессорный модуль, который и выполняет все вычисления. Из линейки контроллеров фирмы *Siemens S7-1200* была выбрана последняя модель *CPU 1214C 6ES7 214-1BG40-0XB0*. Центральное процессорное устройство с встроенными входами/выходами: 14 *DI* =24 В; 10 *DO* реле 2 А; 2 *AI* =0 – 10 В, блок питания: ~85 – 264 В, память программы/данных – 75 КБ.

Был также выбран восьмиканальный *AI*-модуль расширения, совместимый с выбранным ЦПУ – *SM1231 6ES7 231-4HF32-0XB0*. Для реализации проекта необходимо два восьмиканальных модуля (15 входных аналоговых сигналов).

Разработанное на языке *STEP7* программное обеспечение включает: структуру программы; управление данными автоматического процесса; структуру данных; передачу данных; документацию программы и проекта в целом.

В качестве языка программирования контроллера использовался входящий в оболочку *STEP7* графический язык программирования *FBD* (*Function Block Diagram*) [4]. Представление логики здесь основано на графических логических символах, используемых в булевой алгебре. На рис. 2 показан интерфейс графического языка программирования *FBD*.

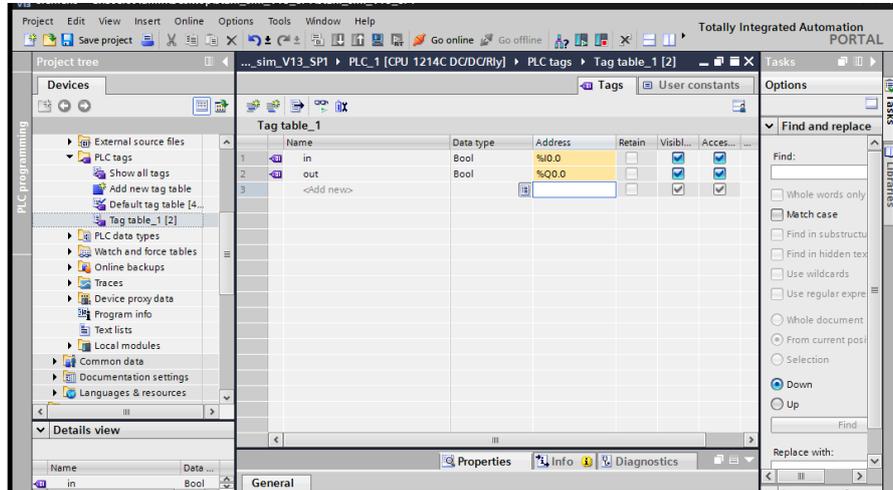


Рис. 2 Интерфейс языка программирования контроллеров *FBD*

Таким образом, разработанная авторами и внедрённая в производство автоматическая система учёта параметров технологических сред позволила:

- заменить одним компактным электронным устройством десятки электромеханических реле;
- реализовать логические функции не аппаратно, а программно, что, в свою очередь, позволяет постоянно адаптировать контроллер к работе в новых условиях с минимальными усилиями и затратами.

Применение ПЛК обеспечивает высокую надёжность, простое тиражирование и обслуживание систем управления, ускоряет монтаж и наладку оборудования, обеспечивает возможность быстрого обновления алгоритмов управления (в том числе и на работающем оборудовании).

### Список литературы:

1. Данилушкин, И.А. Аппаратные средства и программное обеспечение систем промышленной автоматизации: Учеб. пособ. / И.А. Данилушкин; Самар. гос. техн. ун-т. – Самара, 2005. – 168 с.
2. Программируемый логический контроллер *Siemens S7-1200*: системное руководство – Нюрнберг, Германия, 2009. – 398 с.
3. Бергер, Ганс. Автоматизация с помощью программ *STEP7 LAD* и *FBD* / Г. Бергер. – Нюрнберг, Германия, 2009. – 264 с.
4. Ресурсы официального сайта фирмы Siemens: режим доступа: <https://support.industry.siemens.com>, круглосуточно.