

УДК 004.3:339.3

А. С.КИРИЕНКО

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ЛЕНТ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ SCADA СИСТЕМЫ

Представительство ОАО «Оргэнергогаз» в Республике Беларусь

*В статье обосновывается целесообразность использования системы управления и мониторинга технологическими процессами производства, что позволит снизить затраты труда, а также повысить производительность за счет лучшей организации технологических процессов. основной задачей системы, является удаленный мониторинг, что дает возможность удаленно и оперативно давать оценку текущей ситуации на производстве, принимать обоснованные и своевременные управленческих решений.*

**Ключевые слова:** технологический процесс, удаленный мониторинг

### Введение

Битумно полимерная лента (далее лента) представляет собой рулонный материал, изготавливаемый путем одностороннего нанесения расплавленной битумно-полимерной мастики на полимерную (поливинилхлоридную, полиэтиленовую или иную подложку) ленту-основу.

В процессе производства ленты при нагревании мастики возможно выделение следующих вредных веществ: полициклических ароматических углеводородов, окиси углерода, диоксидов серы и азота,  $\alpha$ -метилстирола. Данные вещества оказывают негативное воздействие на организм человека.

С целью сокращения необходимого количества персонала для обслуживания установки по производству ленты и сокращения времени его пребывания в производственном помещении, а также по экономическим соображениям, была модернизирована система мониторинга для устройства автоматической намотки ленты на бобины.

Ввиду сложности системы управления, постановка задачи сводится к выделению следующих промежуточных подзадач:

– сформировать основную концепцию системы мониторинга и разработать схему информационных потоков;

- произвести анализ рынка предложений программных и аппаратных средств, с последующим выбором их оптимальной конфигурации;
- выполнить модернизацию системы управления объектом мониторинга в части реализации возможности дистанционного управления;
- разработать пользовательский интерфейс системы мониторинга;
- выполнить пуско-наладочные работы.

### Основная часть исследования

В настоящее время существует немалое количество линий по производству лент, однако принцип их работы практически идентичен.

Далее приведено описание производственного процесса и отдельных узлов производственной линии находящейся на заводе по производству полимерно-битумных лент ООО «Белпромизоляция».

Линия состоит из нескольких узлов, производственный цикл начинается с узла подготовки битумно-полимерной мастики. Здесь происходит подготовка битумной-полимерной мастики для последующего нанесения на ленту-основу, мастику варят с добавлением различных ингредиентов для достижения необходимых физико-механических показателей. Параллельно с подготовкой мастики в другом узле линии подготавливают ленту-основу.

Узел подготовки ленты-основы оснащен барабаном револьверного типа, который содержит три позиции для установки бобин ленты-основы. Перед началом производственного цикла в каждой позиции устанавливают и закрепляют бобину ленты-основы, далее лента-основа подается в узел нанесения на нее битумно-полимерной мастики с ближайшей к этому узлу бобины.

После того, как ближайшая бобина израсходована, барабан револьверного типа проворачивают таким образом, чтобы целая бобина закрепленная в другой позиции переместилась на место израсходованной. После чего производится замена израсходованной бобины на новую. Вышеописанные операции производятся для недопущения простоя производственной линии по причине отсутствия в ней ленты-основы в момент замены бобин последней.

Подготовленные материалы подаются в узел нанесения битумно-полимерной мастики на ленту-основу. В данном узле происходит нанесение битумно полимерной мастики на ленту-основу с последующим охлаждением и нанесением антиадгезивного материала.

Система охлаждения является жидкостной, имеет замкнутый контур и состоит из резервуаров для охлаждающей жидкости, барабана для охлаждения ленты, радиатора с вентилятором для охлаждения жидкости и технологических трубопроводов для ее перемещения.

Охлажденная лента с нанесенным на нее антиадгезионным материалом подается в автоматический узел намотки ленты на бобины.

Автоматический узел намотки ленты на бобины выполняет следующий ряд задач:

- обеспечивает подачу ленты и заготовок (трубок) в зону намотки (рабочую зону);
- закрепляет ленту на трубке;
- предотвращает самопроизвольное разматывание готовых бобин;
- регулирует скорость вращения бобины по мере изменения ее радиуса;
- обеспечивает постоянное натяжение ленты при ее намотке;
- обрезает ленту по достижении необходимого радиуса бобины;
- удаляет готовую бобину из рабочей зоны.

Система управления устройством автоматической намотки битумно-полимерных лент на бобины состоит из аппаратной и программной частей.

Аппаратная часть системы управления представляет собой совокупность программируемых логических устройств, исполнительных механизмов, датчиков, электромагнитных реле, сигнальных ламп и прочих элементов.

Программная часть системы управления представляет собой список инструкций в виде релейных диаграмм [1], а также перечень констант программирования для применяемых программируемых логических устройств управления.

Система управления разделена на несколько управляющих узлов, относящихся к одноименным узлам объекта управления соответственно.

Для управления узлами системы и обеспечения их согласованной работы используется программируемый логический контроллер [2]. (далее ПЛК) семейства MELSEC FX серии FX3U производства Mitsubishi [3, 4, 5].

Таким образом, ПЛК коммуницирует с другими программируемыми контроллерами, а также с регулирующими системами и интерфейсами «человек-машина». Для этого предусмотрена возможность, во-первых, встраивать ПЛК в сети в качестве локальных станций и, во-вторых, применять его в качестве подчиненных устройств в открытых сетях (например, PROFIBUS/DP);

Структурная схема системы управления устройством автоматической намотки битумно-полимерных лент на бобины представлена на рис. 1.

Объект управления представляет собой установку состоящую из нескольких узлов:

- накопитель трубок



Рис. 1. Структурная схема системы управления устройством автоматической намотки битумно-полимерных лент на бобины

- узел подачи трубок
- намоточный узел
- узел фиксации ленты на бобине
- узел обрезки ленты

### Схема информационных потоков

Информация «образуется» в датчиках, интегрированных непосредственно в объект управления и «перемещается» согласно схеме информационных потоков.

Схема информационных потоков приведена на рис. 2.

Процесс передачи информации можно разделить на несколько этапов:

- сигналы датчиков поступают в контроллер, где оцифровываются, представляются в виде регистров данных и передаются на АРМ оператора через шину Modbus RTU;

- предустановленная на АРМе оператора SCADA-система [6] получает регистры данных, формирует соответствующие теги и графический интерфейс пользователя, а также экспортирует полученные данные в хранилище (а в режиме управления импортирует из хранилища) данных на сервере в формате СУБД MS Access посредством Ethernet;

- SCADA-клиенты, установленные на АРМах начальника цеха и технолога импортируют данные из хранилища (а в режиме управления импортируют в хранилище) данных на сервере посредством Ethernet и формируют пользовательский интерфейс;

- данные из хранилища через DSL-маршрутизатор попадают в телефонную линию, далее в городскую АТС;

- с городской АТС данные поступают на базовую GSM-станцию и, оттуда, через GSM-канал (3G) попадают на смартфон с предустановленным мобильным SCADA-клиентом;

- мобильный SCADA-клиент на базе операционной системы Android принимает данные и формирует пользовательский интерфейс;

- управленческое воздействие с помощью мобильного SCADA-клиента возвращается в хранилище данных (изменяет значения в таблице на сервере), а из него на контроллер и объект управления, аналогичным образом в обратной последовательности.

### Выполнение программы контроллера

Программируемый контроллер работает по заданной программе, которая, как правило, создается вне контроллера, а затем передается в контроллер и хранится в его памяти. Для программирования важно знать, как контроллер обрабатывает программу.

Программа состоит из череды отдельных команд, определяющих функционирование контроллера. Контроллер одну за другой отработывает управляющие команды в запрограммированной последовательности.

Выполнение всей программы постоянно повторяется, т. е. происходит ее циклическое выполнение. Время, необходимое для выпол-

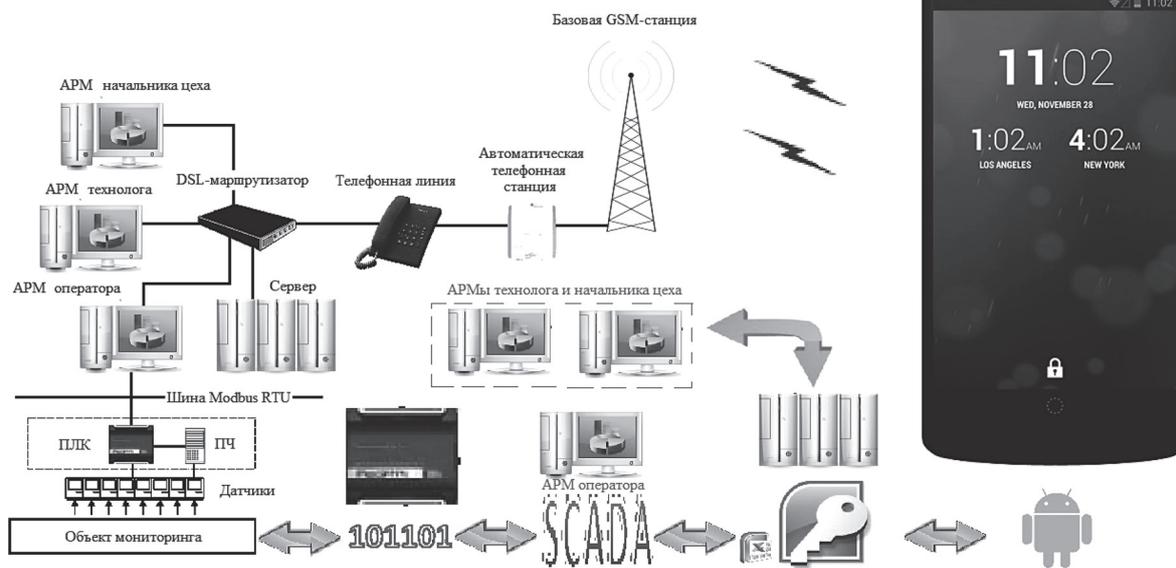


Рис. 2. Схема информационных потоков

нения программы, называется «временем цикла программы».

В начале программного цикла состояния входов опрашиваются и сохраняются в промежуточной памяти, т. е. создается так называемое отображение входов. При обработке программы контроллер обращается не непосредственно ко входам и выходам, а к их отображению.

Во время последующего прохождения программы контроллер обращается к состояниям входов, хранящимся в области отображения, поэтому изменения сигналов на входах распознаются лишь при следующем программном цикле.

Результаты логических операций, относящиеся к выходам, передаются в выходную буферную память (область отображения выходов). Лишь по окончании выполнения программы промежуточные результаты передаются на выходы. В выходной буферной памяти отображение выходов сохраняется до очередной перезаписи. После присвоения значений выходам программный цикл повторяется.

### Разработка пользовательского интерфейса локальной Scada

Пользовательский интерфейс системы состоит из нескольких функциональных блоков, закрепленных за отдельными узлами объекта управления и отображающих их состояние.

Пример пользовательского интерфейса Scada-системы АРМов оператора, технолога и начальника цеха приведен на рис. 3.

Пользовательский интерфейс состоит из восьми блоков:

1 – индикатор состояния бобины и степени ее готовности, отображает процесс увеличения диаметра бобины в ходе намотки;

2 – индикатор стадии цикла, отображает стадию производственного цикла намотки одной бобины в процентном соотношении;

3 – индикатор наличия заготовок, отображает наличие и количество заготовок в накопителе в процентном соотношении от максимального;

4 – индикатор работы дополнительной вентиляционной системы, отображает состояние вентиляционной системы и предупреждает об ее отключении;

5 – кнопка включения и выключения дополнительной вентиляционной системы;

6 – индикатор длины ленты в бобине, отображает длину ленты в метрах на выпускаемых бобинах в текущий момент времени;

7 – регулятор длины ленты в бобине, позволяет изменять длину ленты в метрах на выпускаемых бобинах;

8 – индикатор бобин находящихся на складе с функцией ретроспективы, отображает количество изготовленных бобин за промежутки времени.

### Разработка пользовательского интерфейса удаленной Scada

Пользовательский интерфейс мобильного Scada-клиента состоит из пяти окон, закрепленных за отдельными узлами объекта управления и отображающих их состояние.

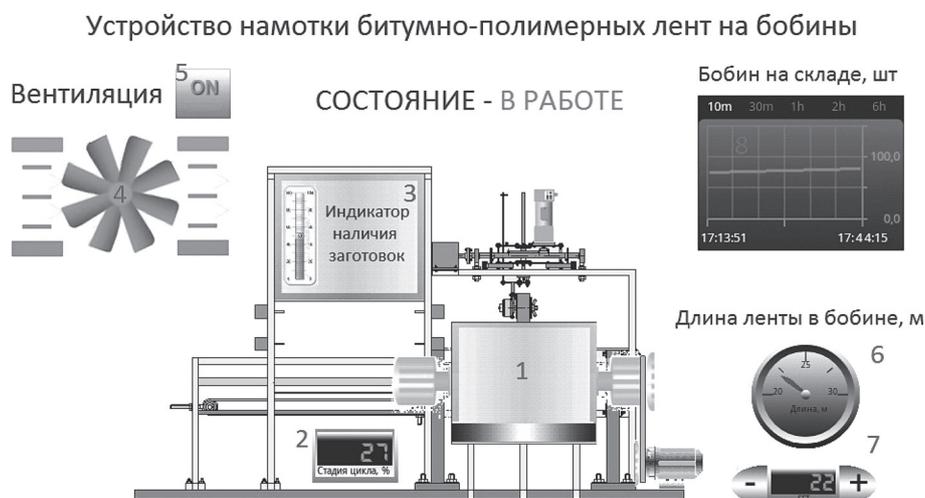


Рис. 3. Пример пользовательского интерфейса

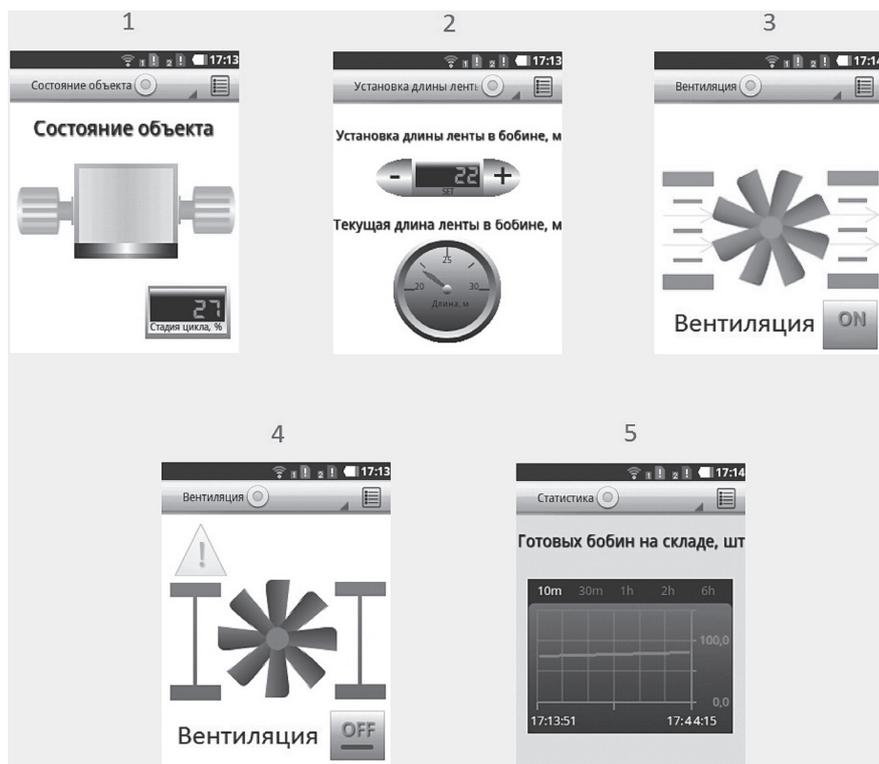


Рис. 4. Пример пользовательского интерфейса

Пример пользовательского интерфейса удаленной SCADA в виде скриншотов отдельных окон приведен на рис. 4.

Окна пользовательского интерфейса мобильного Scada-клиента отображают различную информацию о технологическом процессе и имеют некоторые органы управления.

Окно № 1 (поз. 1 на рис. 4) отображает:

- состояние бобины и степень ее готовности;
- стадию производственного цикла в процентном соотношении.

Окно № 2 (поз. 2 на рис. 4):

- отображает длину ленты в метрах на выпускаемых бобинах в текущий момент времени;
- позволяет изменять длину ленты в метрах на выпускаемых бобинах.

Окно № 3 (поз. 3, 4 на рис. 4):

- отображает состояние дополнительной вентиляционной системы;
- предупреждает об отключении вентиляционной системы;
- позволяет включать и выключать дополнительную вентиляционную систему.

Окно № 5 (поз. 5 на рис. 4):

- отображает количество изготовленных бобин за промежуток времени;

– позволяет изменять временной диапазон предоставления данных о изготовленных бобинах.

### Заключение

Внедрение данной системы позволит сократить время нахождения персонала в цеху по производству битумно-полимерных лент, что делает технологический процесс безвредным для организма человека.

Важнейшей заслугой системы является информационная обеспеченность, позволяющим оперативно и точно оценивать, анализировать текущую ситуацию, принимать обоснованные и своевременные управленческие решения. Также позволит руководителю предприятия находиться в своем офисе и из него удаленно наблюдать в режиме реального времени за работой всего производства и оборудования.

В целом данный проект повысит уровень качества, безопасности и информационной обеспеченности производства, позволит существенно увеличить производственные мощности линии в целом, уменьшить себестоимость готовой продукции и, в то же время, не потребует больших материальных затрат на его реализацию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Деменков Н. П. Языки программирования промышленных контроллеров / Деменков Н. П. – под ред. К. А. Пупкова. – Москва: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 172 с.
2. Петренко Ю. Н. Программное управление технологическими комплексами в энергетике / Петренко Ю. Н., С. О. Новиков, А. А. Гончаров. – Минск: Высшэйшая школа, 2013. – 406 с.
3. Руководство Mitsubishi Electric: Программируемые логические контроллеры. Руководство по эксплуатации. Описание аппаратной части. 2-е изд. – 2008. – 256 с.
4. Руководство Mitsubishi Electric: Семейство FX. Программируемый логический контроллер. – 2009. – 88 с.
5. Руководство Mitsubishi Electric: Книга по автоматизации. Мир решений. – 2011/2012. – 188 с.
6. Деменков Н. П. SCADA-системы как инструмент проектирования АСУ ТП: учеб. пособие. – Москва: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004. – 328 с.

## References

1. Demenkov N. P. Programming languages of industrial controllers / Demenkov N. P. – under the editorship of K. A. Pupkov. – Moscow: MGTU of N.E. Bauman, 2004. – 172 pages.
2. Petrenko Yu. N. Program control by technological complexes in Power / Petrenko Yu. N., S. O. Novikov, A. A. Goncharov. – Minsk: Vysheyshy school, 2013. – 406 pages.
3. Management of Mitsubishi Electric: Programmable logical controllers. Operation manual. Description of the hardware. 2nd prod. – 2008. – 256 pages.
4. Management of Mitsubishi Electric: FX family. Programmable logical controller. – 2009. – 88 pages.
5. Management of Mitsubishi Electric: The book on automation. World of decisions. – 2011/2012. – 188 pages.
6. Demenkov N. Item SCADA system as instrument of design of industrial control system: studies. grant. – Moscow: MGTU of N.E. Bauman, 2004. – 328 pages.

Поступила  
12.05.2016

После доработки  
15.05.2016

Принята к печати  
20.05.2016

UDC 004.3:339.3

*Kirienko A. S.*

## **AUTOMATED CONTROL SYSTEM AND MONITORING BY TECHNOLOGICAL PROCESSES BY PRODUCTION OF POLYMERIC AND BITUMINOUS TAPES ON THE BASIS OF APPLICATION OF SCADA OF SYSTEM**

*Expediency of use of a control system and monitoring of technological processes of production is proved in article that will allow to lower work expenses, and also to increase productivity due to the best production process.*

*The main objective of system, remote monitoring is that gives the chance far off and to quickly give an assessment to the current situation on production, to accept reasonable and timely administrative decisions.*

**Keywords:** *technological process, remote monitoring*



**Кириенко Александр Сергеевич**, инженер 1-ой категории Представительства ООО «Оргэнергогаз» в Республике Беларусь. Специалист в области электрохимической защиты, неразрушающего контроля. В 2015 г. окончил Брянский государственный технический университет по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств». С 2015 г. и по настоящее время обучаюсь в «Белорусский национально техническом университете» по специальности «Распределенная автоматизация на основе промышленных компьютерных сетей». E-mail: ac-kirienko@mail.ru.

**Kiriyenko Alexander Sergeevich**, the engineer of the 1st category of Representative office of LLC Orgenergogaz in Republic of Belarus. The expert in the

field of electrochemical protection, nondestructive control. In 2015 I have graduated from Bryansk state technical university majoring in «Automation of technological processes and productions». Since 2015 and till present I am trained in «Belarusian national technical university» in the specialty «The distributed automation on the basis of industrial computer networks».

E-mail: ac-kirienko@mail.ru.