

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРМИРУЮЩЕЙ КОМПОЗИТНОЙ СЕТКИ

Шишов Олег Викторович, к.т.н., ФГБОУ ВО МГУ им. Н. П. Огарёва, e-mail: Olegshishov@yandex.ru

Житин Игорь Владимирович, магистрант, ФГБОУ ВО МГУ им. Н. П. Огарёва, e-mail: igor-jitin@rambler.ru

Посутман Дмитрий Борисович, инженер ПАО «Электровыпрямитель», e-mail: dmitriybp@mail.ru

Аннотация. В последние годы для изготовления армирующей сетки бетонных конструкций используются композитные материалы, что позволяет улучшить ее эксплуатационные свойства. В статье рассматривается разработка линии изготовления армирующей композитной сетки из базальтопластиковых стержней методом экструдерного спаивания полиэтиленом и создание системы управления линией на базе программируемого логического контроллера компании Siemens. Для диспетчеризации, визуализации и архивирования используется SCADA система. В статье описывается общая компоновка линии, алгоритм её работы, определяется состав компонентов системы управления.

Ключевые слова: линия по изготовлению сетки, композитная сетка, метод экструдерного спаивания, разработка АСУ, TIA PORTAL, ПЛК SIMATIC S7-1200.

DEVELOPMENT MANAGEMENT SYSTEMS LINE PRODUCING COMPOSITE REINFORCING GRID

Shishov Oleg Viktorovich, Cand. tech. Sci., Associate Professor, Moscow State University N. P. Ogareva, e-mail: Olegshishov@yandex.ru

Zhitin Igor Vladimirovich, undergraduate student, Moscow State University N. P. Ogareva, e-mail: igor-jitin@rambler.ru

Posutman Dmitry Borisovich, engineer of PJSC "Electrovypryamitel", e-mail: dmitriybp@mail.ru

Annotation. In recent years, composite materials have been used for the production of reinforcing mesh for concrete structures, which improves its performance properties. The article deals with the development of a line for the production of reinforcing composite mesh from basalt-plastic rods by the method of extrusion soldering with polyethylene and the creation of a line control system based on a programmable logic controller from Siemens. A SCADA system is used for dispatching, visualization, and archiving. The article describes the General layout of the line, the algorithm of its operation, and determines the composition of the control system components.

Keywords: mesh production line, composite mesh, extruder soldering method, automated control system development, TIA PORTAL, PLC SIMATIC S7-1200.

Значимой составляющей частью многих строительных бетонных конструкций, является армирующая сетка. В последние годы для ее изготовления все чаще применяют композитные материалы, что позволило в разы увеличить эксплуатационные свойства стяжек. Металл, даже оцинкованный, под воздействием влаги и некоторых добавок в бетонных смесях со временем полностью разрушается, оставляя вместо стяжек пустоты, на месте которых появляются трещины. Композитная арматурная сетка ни воды, ни химического воздействия не боится, а потому годами остается в толще бетона без изменений. Изготавливается композитная сетка чаще всего из стекловолокна, но применяются и другие материалы на основе базальтовых и углеродных волокон, пропитанных связующим полимером.

К достоинствам композитной арматурной сетки относятся – небольшой вес, низкая электропроводность, устойчивость к коррозии, абсолютная инертность к щелочным и другим агрессивным химическим соединениям строительных смесей, долговечность, простота укладки, высокая пластичность, небольшая стоимость [1].

Широкое применение и достоинства такой сетки привели к росту спроса на нее у производителей элементов бетонных конструкций, что в свою очередь не могло остаться без внимания у предприятий, изготавливающих изделия из композитных материалов. Одним из предприятий, решивших включить в состав своей продукции композитную сетку, является ООО «Комбинат композитных материалов» (г. Саранск). На рынке производственных линий и станков предложений по реализации оборудования для организации такого производства на момент принятия такого решения фактически не было. Работниками комбината было принято решение разработать и практически реализовать его самостоятельно. В итоге была создана линия LVZ-1.0 по изготовлению композитной строительной сетки, рассчитанной для армирования фундаментов зданий и укрепления дорожного полотна. Внешний вид линии представлен на рисунке 1.

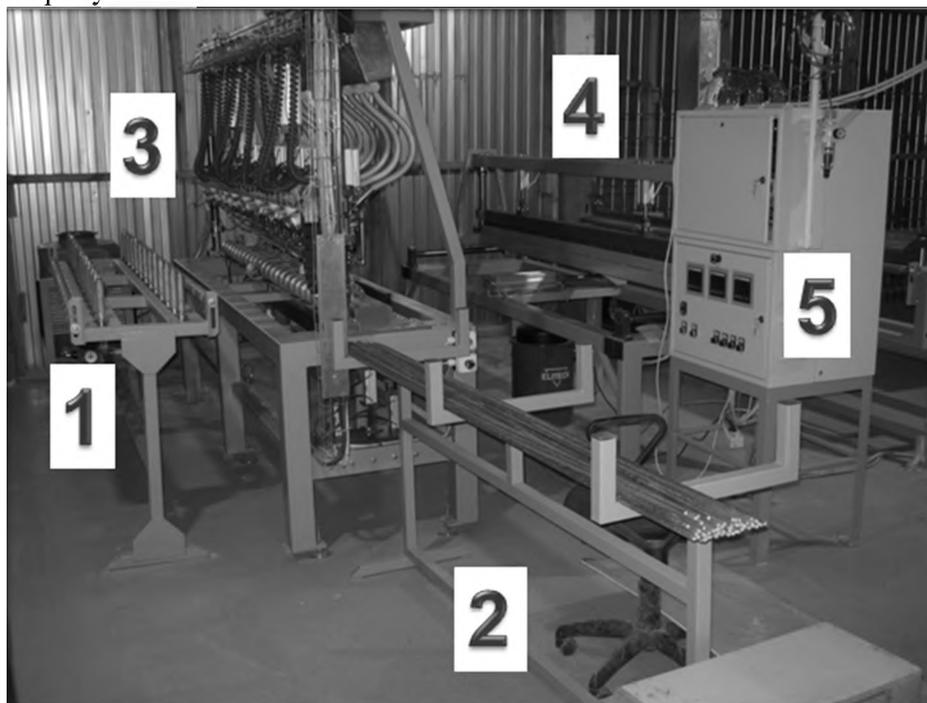


Рисунок 1 – Основные элементы линии по изготовлению строительной сетки
1 – коллектор загрузки продольных стержней; 2 – коллектор загрузки поперечных стержней;
3 – машина спайки стержней; 4 – тянущая машина; 5 – шкаф управления.

Сетка изготавливается из базальтопластиковых стержней методом экструдерного спаивания полиэтиленом, который заключается в выдавливании из экструдеров расплавленного полиэтилена в места пересечения стержней. После паузы в несколько секунд полиэтилен застывает и фиксирует соединение стержней. В отличие от металлической сетки, в базальтопластиковой сетке происходит только спаивание стержней, т.е. сами стержни не нагреваются до температуры плавления, а соединяются только за счет ввода между ними расплавленного полиэтилена с более низкой температурой плавления.

Коллектор загрузки продольных стержней представляет собой подставку с подвижными валиками. Предназначается для подачи продольных стержней на машину спайки. Машина спайки стержней предназначена для спаивания продольных и поперечных стержней полиэтиленом. Для сплавления полиэтилен порциями подаётся в экструдеры, нагревается и под давлением выдавливается в точку пересечения стержней. В зависимости от типа используемого полиэтилена может изменяться температура пайки и пауза, необходимая для застывания полиэтилена. После застывания полиэтилена, тянущая машина зажимает сетку и протягивает ее далее. При достижении заданной длины сетка обрезается машиной отрезки, которая представляет собой движущийся на колесиках двигатель с отрезным кругом. В шкафу управления размещены элементы системы управления.

Работниками комбината самостоятельно разработана и изготовлена как технологическая (механическая) часть линии, так и система управления ею. При создании и реализации системы управления решались следующие задачи:

1. выбор элементной базы;
2. разработка алгоритма работы линии и её отдельных компонентов;
3. разработка и отладка программы управления линией;
4. проведение пуско-наладочных работ.

Анализ современной элементной базы, применяемой при построении современных систем управления промышленными объектами, показал, что в данном проекте наиболее рационально было использовать типовые компоненты автоматизации. Это позволяло создать систему управления с достаточным функционалом максимально быстро, а также обеспечить необходимый уровень ее надежности.

В качестве базового компонента системы управления применяется модульный программируемый логический контроллер (ПЛК) SIMATIC S7-1200, выпускаемый компанией Siemens [2]. Контроллеры этой компании обладают отличными вычислительными возможностями, высокой надёжностью, поддерживают большое число современных протоколов промышленных сетей. Они отлично зарекомендовали себя на объектах различной сложности. В качестве процессорного модуля был выбран компактный CPU 1212C DC/DC/DC. Он имеет определенное число встроенных входов (8 дискретных и 2 аналоговых) и 6 дискретных выходов. Для связи со всеми необходимыми устройствами линии такого числа входов/выходов недостаточно. Для получения необходимого числа входов и выходов в состав системы управления были включены модуль дискретного ввода SM 1221 с 16 дискретными входами; модуль дискретного вывода SM 1222 с 16 дискретными выходами и сигнальная плата дискретного ввода/вывода SB 1222. Модули расширения входов/выходов подключены к ПЛК по сети PROFINET. Разработка программы работы ПЛК велась в среде программирования TIA Portal.

Для управления двигателем машины отрезки в структуру системы был добавлен преобразователь частоты ОВЕН-ПЧВ1 компании ОВЕН [3], который к ПЛК подключен по сети (протокол Modbus, интерфейс RS-485).

Для задания и поддержания температуры в экструдерах используются четырехканальные терморегуляторы 11M5 компании Термодат [4].

Функциональная схема системы управления линией приведена на рисунке 2.

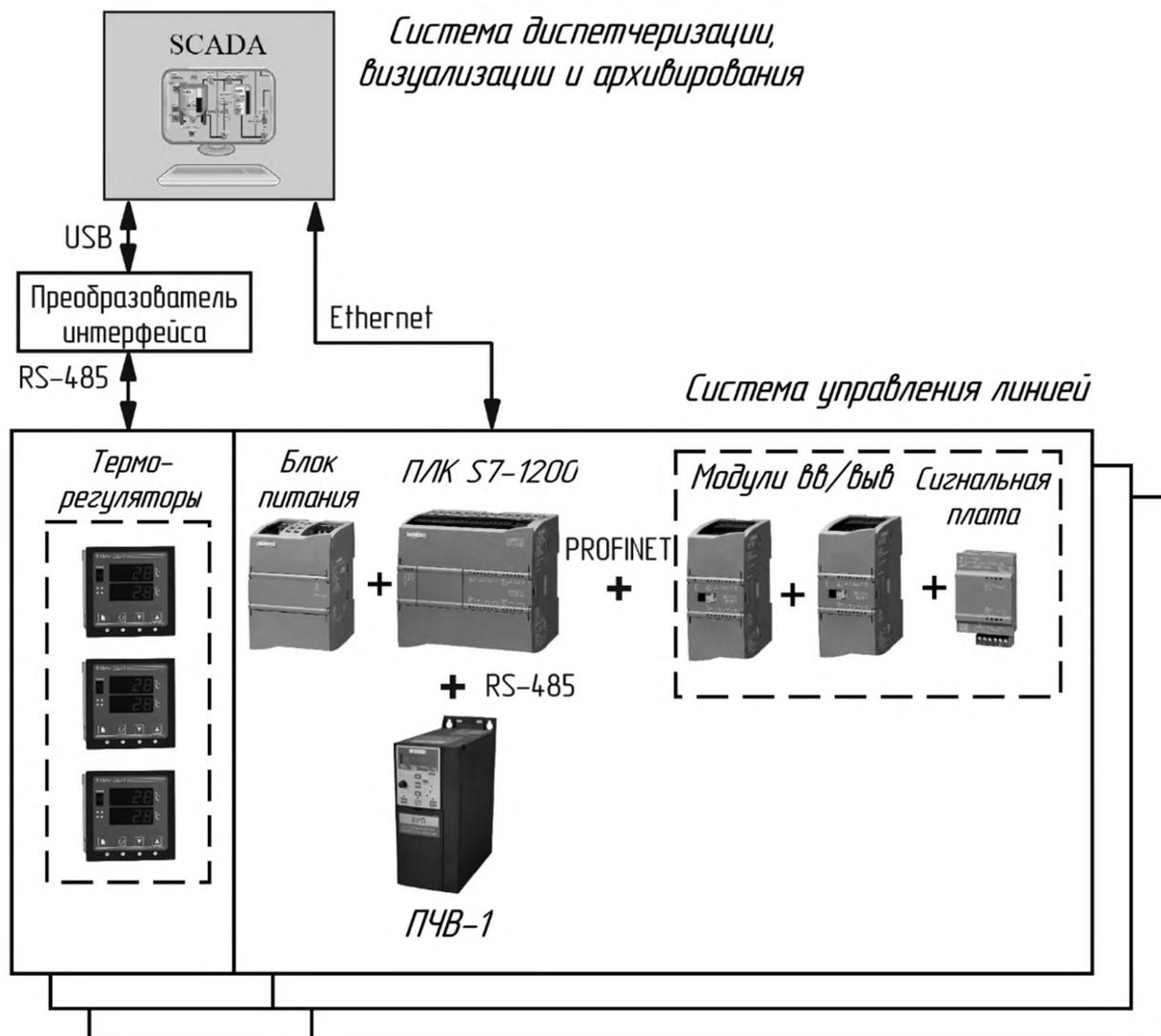


Рисунок 2 — Функциональная схема системы управления линией

Так как в цехе будет установлено несколько таких линий, то системы управления каждой из них связываются вместе единой системой диспетчеризации (SCADA-системой). Она выполняет функции реализации человеко-машинного интерфейса (визуализации), диспетчеризации, архивирования и составления отчетов по заданному шаблону [5, 6]. Она установлена на персональном компьютере, который устанавливается на рабочем месте оператора, и реализована в пакете Master-SCADA компании InSat. Дальнейшая модернизация системы должна обеспечить удаленное контролирование работы оборудования с использованием технологий Siemens Cloud Solutions.

Процесс производства сетки, представляет собой циклически повторяющийся процесс, который может быть разбит на несколько независимых шагов. Каждый шаг включает в себя каскад параллельных действий. Алгоритм программы управления линией представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 — Алгоритм управляющей программы

Цикл работы оборудования начинается с начальной инициализации, при проведении которой оборудование готовится к выполнению первого шага программы. Первый шаг заключается в фиксации двенадцати продольных стержней и ожидании очередного поперечного стержня. Если поперечный стержень подается вручную оператором, то ожидание продолжается до тех пор, пока оператор не нажмет на соответствующую кнопку. При автоматической подаче стержней определяется пауза, после которой ПЛК перейдет к выполнению следующего шага. На втором шаге происходит соединение стержней методом экструдерного спаивания полиэтиленом. После застывания полиэтилена выполняется третий шаг – сетка вытягивается из машины спаивания и проверяется ее длина. При достижении заданной длины сетки запускается машина с отрезным кругом. Длина может контролироваться оператором (тогда запуск отрезного круга происходит по нажатию им соответствующей кнопки управления), либо в автоматическом режиме (по заданному числу запаянных продольных стержней).

Режим работы линии зависит от марки используемого полиэтилена, определяющего температуру его плавления, время застывания и т. д. В процессе испытаний для каждой марки полиэтилена были определены значения указанных параметров, обеспечивающие оптимальное соответствие необходимых прочностных характеристик сетки и максимальной производительности линии. Результаты испытаний легли в разработку технологических

рецептов, которые параметры которых автоматически учитываются в работе линии при указании марки используемого полиэтилена.

Список литературы

1. Поликомполит. Описание и характеристики композитной сетки [Электронный ресурс]. URL: <http://polycompozit.com/razdel-kompozitnaya-armatura/kompozitnaya-armatura>.
2. The intelligent choice for your automation task: SIMATIC controller [Электронный ресурс]. URL: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc.html>.
3. Компания ОВЕН. Преобразователи частоты [Электронный ресурс]. URL: https://owen.ru/catalog/preobrazovateli_chastoti.
4. Компания Термодат. Регуляторы температуры [Электронный ресурс]. URL: <http://termodat.ru>.
5. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации / О. В. Шишов. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 276 с.
6. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления / О. В. Шишов. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 397 с. +CD-R.
7. Шишов О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации / О. В. Шишов. М. : ИНФРА-М, 2020. – 365 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://www.znanium>].
8. Шишов О. В. Базовые вопросы технологии применения ПЛК // Промышленные АСУ и контроллеры. 2018. – № 5, С. 50–57.
9. Изучение промышленных контроллеров компаний различных стран мира в рамках общей дисциплины // Известия Кыргызского государственного университета им. И. Раззакова. Бишкек: Изд. центр «Техник». 2016. – № 3 (39) часть 2. С. 58–63.
10. Разработка системы управления с адаптивными регуляторами для брагоректификационной установки спиртового завода // Известия Кыргызского государственного университета им. И. Раззакова. Бишкек: Изд. центр «Техник». 2019. – № 2 (50) часть 1. С. 104–108.