

## **Анализ работы программы установки периодического действия для жидкостной обработки ткани с последующей сушкой, написанной на языке LD**

*Е.А. Рыжкова, Е.С. Постолаки, Ю.С. Комбаров*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, г. Москва*

**Аннотация:** Статья посвящена системе управления процессом перемещения текстильного материала в аппарате для пропитки тканей периодического действия. Управление реализуется с использованием программируемого логического контроллера (ПЛК). Рассматривается программа, разработанной на языке программирования Ladder Diagram (LD), реализующая управление перемещением с учетом изменения момента.

**Ключевые слова:** раствор, погружение, технологический процесс, алгоритм, язык программирования LD

В современной текстильной промышленности достаточно широкое распространение получили сложные машины, предназначенные для операций отделки, которым подвергаются ткани, ленты, трикотаж и т.д., однако, большинство из них подходят только для крупных производств.

В статье рассматривается установка периодического действия для пропитки и сушки тканей, которая при значительно меньших габаритах, чем имеющиеся промышленные аналоги, способна выдавать качественный продукт после обработки. Необходимость создания такой установки обусловлена наличием спроса на обработку специальными растворами отдельных элементов одежды, кроя или отрезков ткани [1].

Технологический процесс разрабатываемой установки состоит из нескольких этапов – это пропитка материала в ванне со специальным раствором, сушка в сушильной камере и закрепление пропитки в материале путем теплового удара. Для реализации данного технологического процесса

необходимо выполнить ряд вспомогательных операций, включающих несколько контуров регулирования [2]:

- управление двигателями, отвечающими за погружение материала в химический раствор;
- открытие/закрытие створок, отделяющих секцию сушильной камеры от секции с химическим раствором;
- открытие/закрытие боковых створок, открывающих инфракрасные лампы при тепловом ударе.

Алгоритм работы установки:

- 1) Закрепление отреза ткани в верхней камере;
- 2) Запуск установки;
- 3) Верхний двигатель начинает работу, опуская материал в пропиточную ванну;
- 4) Открываются створки, отделяющие сушильную камеру от пропиточной ванны;
- 5) После погружения материала в раствор двигатель останавливается;
- 6) Включается таймер;
- 7) По истечению времени таймера материал поднимается в сушильную камеру. Двигатель выключается, створки, после поднятия материала, закрываются;
- 8) Сушка ткани в сушильной камере;
- 9) После окончания сушки, реализуется тепловой удар. Открываются боковые створки, включаются инфракрасные нагревательные элементы. Происходит мгновенная сушка при температуре около +180 градусов по Цельсию в течении 10 секунд,

В данной статье предлагается реализация вспомогательных операций разрабатываемой установки на примере программы, написанной на языке LD в программе CoDeSyS v2.3[3,4].

---

Объявим переменные. Поскольку в сумме имеется достаточно большое количество элементов управления, список объявленных переменных будет достаточно обширным (рис.1).

```
001 PROGRAM PLC_PRG
002 VAR
003   zadv1: BOOL; (*первая задвижка*)
004   zadv2: BOOL; (*вторая задвижка*)
005   stv1: BOOL; (*первая створка вентиляции*)
006   stv2: BOOL; (*вторая створка вентиляции*)
007   lamp1: BOOL; (*РАБОТА*)
008   lamp2: BOOL; (*ПРОПИТКА*)
009   lamp3: BOOL; (*СУШКА*)
010   lamp4: BOOL; (*тепловой удар*)
011   lamp5: BOOL; (*РАБОТА ЗАКОНЧЕНА*)
012   SB1: BOOL; (*ПУСК*)
013   SB2: BOOL; (*СТОП*)
014   KM1: BOOL; (*ДВИГАТЕЛЬ ВНИЗ*)
015   KM2: BOOL; (*ДВИГАТЕЛЬ ВВЕРХ*)
016   KM3: BOOL; (*ТЭН 220В*)
017   KM4: BOOL; (*ИНФРАКРАСНАЯ СУШКА*)
018   K1: BOOL;
019   K2: BOOL;
020   K3: BOOL;
021   K4: BOOL;
022   K5: BOOL;
023   niz: BOOL; (*нижний концевик*)
024   verh: BOOL; (*верхний концевик*)
025   sus: TON; (*обычная сушка*)
026   infr: TON; (*конвективная сушка*)
027   prop: TON; (*пропитка раствором*)
028   h: TIME; (*для таймера*)
029   g: TIME; (*для таймера*)
030   j: TIME; (*для таймера*)
031 END_VAR
032
```

Рис. 1. – Объявление переменных

Часть объявленных переменных времени TIME были необходимы при отладке для более удобного мониторинга работы таймеров TON. По мере работы установки на каждом этапе будет загораться сигнализирующая лампа,

по которой оператор может понять, какой этап обработки происходит в определенный момент времени [5,6].

Работа установки начинается с нажатия кнопки ПУСК, она обозначена как SB1. Загорается лампа lamp1, сигнализирующая о запуске установки. Сразу же после нажатия начинает работу электродвигатель, опускающий вниз материал (KM1). Также, одновременно с ним, начинают открываться нижние створки stv1 и stv2 (рис.2).

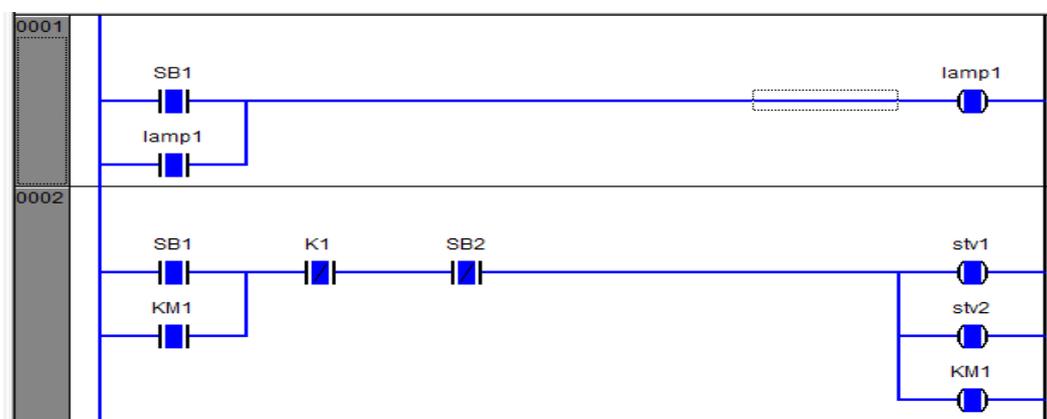


Рис. 2. – Начало работы

По мере продвижения вниз, закрепленный отрез ткани замыкает концевик niz, что приводит к остановке электродвигателя и запуску таймера пропитки ткани в растворе rgor. По истечении времени включается реверс электродвигателя и отрез ткани поднимается в верхнюю камеру (рис.3).

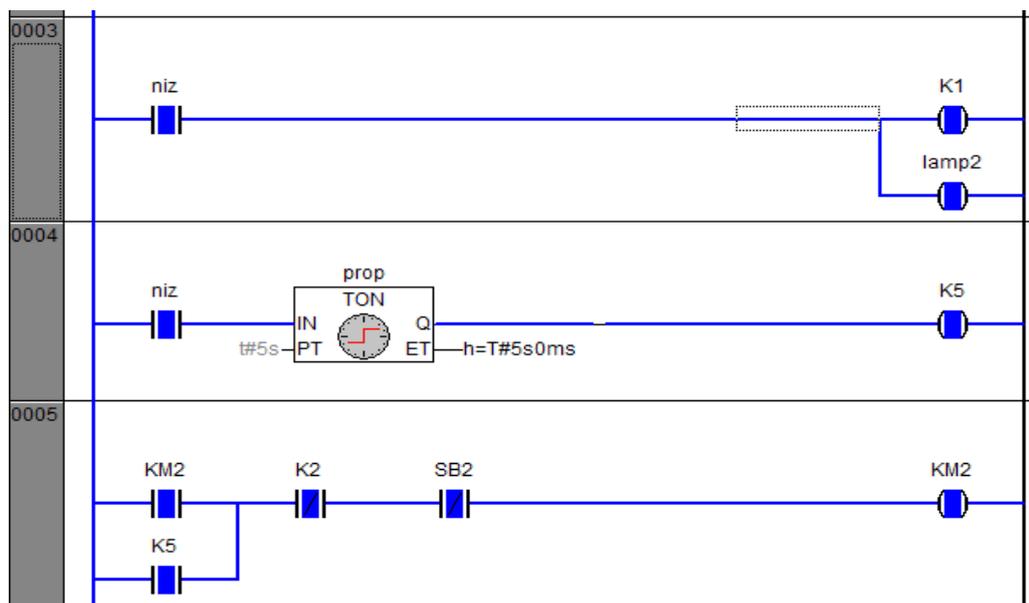


Рис. 3. – Пропитка и поднятие отреза

Когда отрез ткани поднялся обратно наверх, в верхней части установки замыкается концевик, нижние створки закрываются. Включается ТЭН KM3, который работает, также по таймеру, по истечении времени работы таймера выключается (рис.4) [7,8].

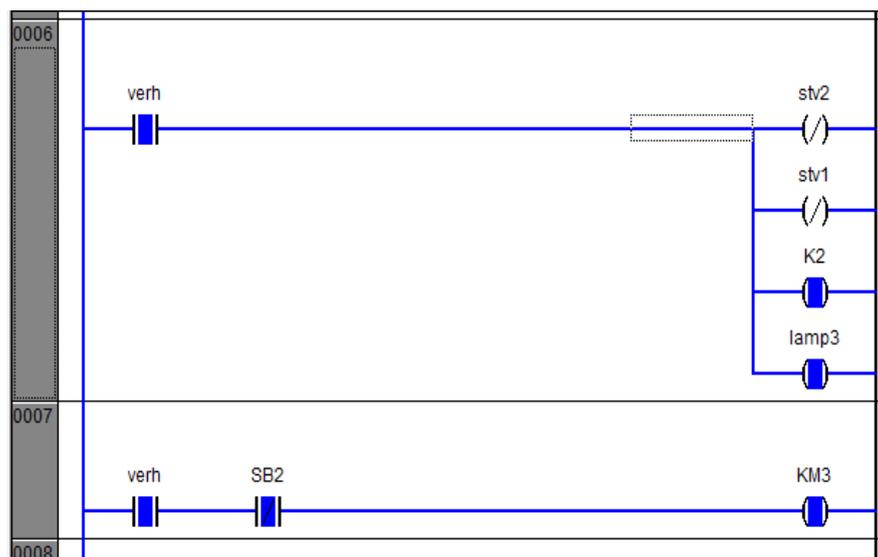


Рис. 4. – Начало этапа сушки

Первый этап сушки закончен, и настало время закрепить пропиточный раствор на материале. Для этого надо сделать мощный «тепловой удар». Поэтому после сушки открываются боковые задвижки и включается конвектор КМ4, который работает по таймеру (рис.5)

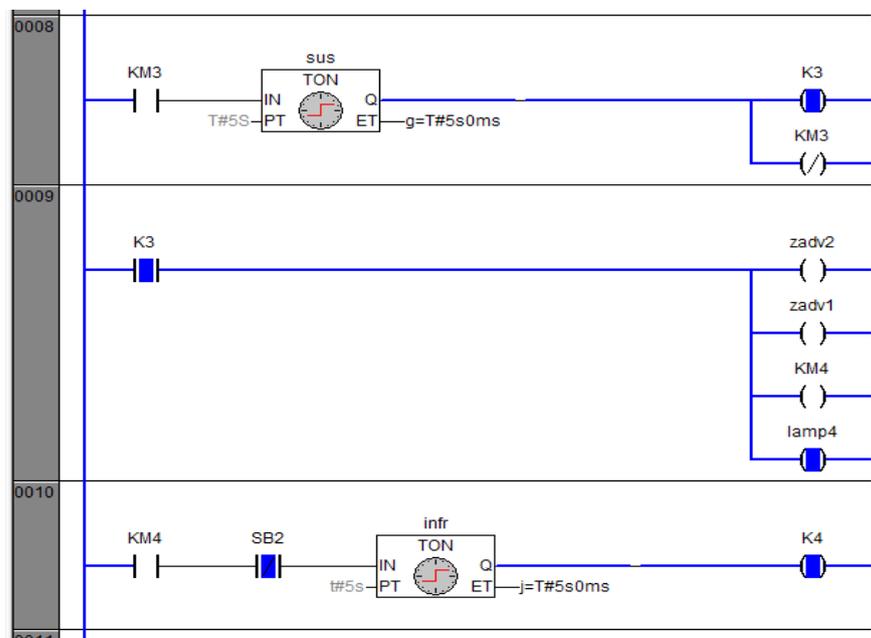


Рис. 5. – Конвективная сушка

По завершении теплового удара боковые задвижки закрываются, конвектор выключается, и загорается индикатор, сигнализирующий о завершении процесса обработки ткани (рис.6).

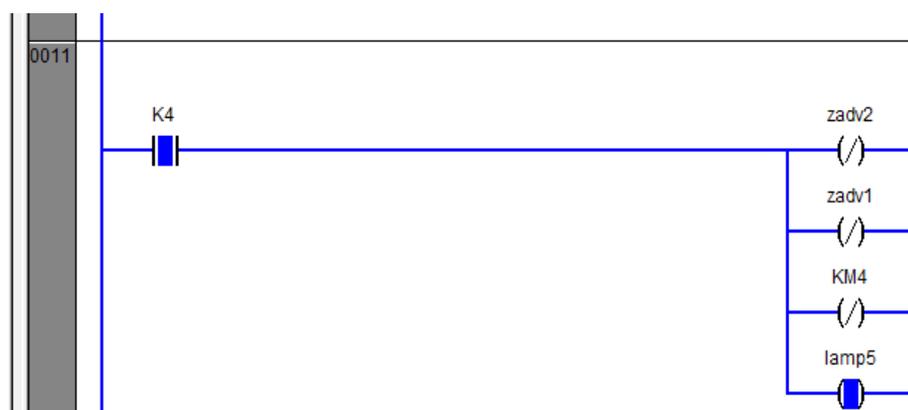


Рис. 6. – Завершение работы

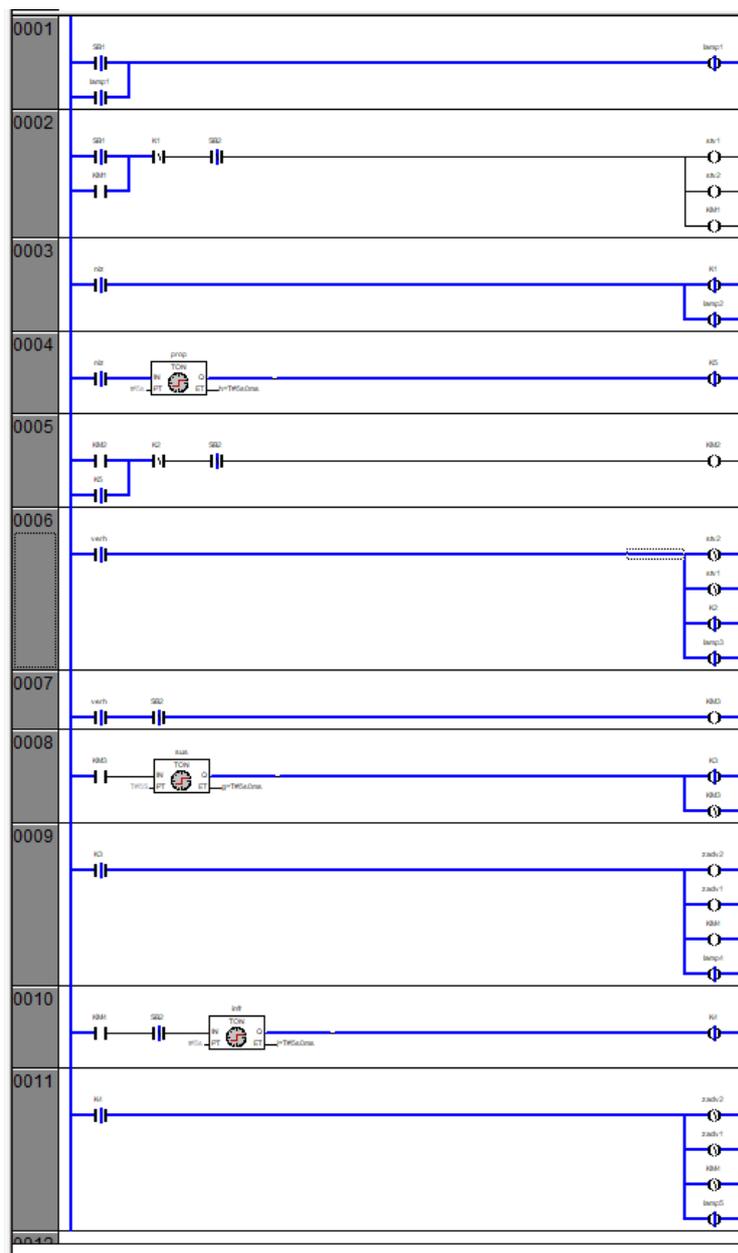


Рис. 7. – Полная программа

Стоит отметить, что указанное в таймерах время не соответствует реальным требованиям технологии обработки отдельных видов тканей. Для каждого типа ткани предусматриваются свои условия.

Также на время как пропитки, так и этапов сушки влияет тип раствора, в который погружается ткань. В отдельных случаях ткань может пропитываться достаточно длительное время. Переменными типа TIME вполне можно пренебречь, потому как помимо отладочной функции в

данном проекте они ничего в себе не несут. Полный размер программы представлен ниже на рис.7.

В итоге имеем разобранный пример работы разрабатываемой установки, описанный на языке LD. Из плюсов разработки на данном языке программирования — это простота разработки и относительное удобство при отладке; удобно проводить отладку, когда наглядно видно, как проходит весь процесс [9].

Стоит отметить, что при более сильной загруженности проекта отладка может стать достаточно сложной ввиду большого визуального размера программы. Поэтому в дальнейшем разработку подобных проектов логичнее вести на других языках программирования [10].

### Литература

1. Naghi A.K., Thomas S., Pothan L.A. Heat and Mass transfer in Fibrous Materials: Theory and Applications. New Delhi: Publisher&Distributors. LTD., 2009. 244 с.
2. Савенков Д.Н., Щербаков А.А., Мехралиев Р.Э., Сердюк В.А. Инженерный вестник Дона, 2021, №11. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/7282](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/7282)
3. Петров И.В., ред. Дьяконов В.П., Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования Солон-пресс, 2020. 254 с.
4. Jochen Petry. IEC 61131-3 mit CoDeSys V3: Ein Praxisbuch für SPS-Programmierer. 2011. 839 с.
5. Моногаров С.И., Программирование мехатронных систем. Codesys и Arduino Армавир: РИО АГПУ, 2019. 152 с.
6. Жолобов И.А., Казакова Л.Г., Корзин В.В. Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2329](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2329)

7. Хирвин М.В., Данильченко С.В. Программирование ПЛК и промышленные сети. Программное обеспечение управления технологическими процессами. НИТУ МИСиС, 2020, 141 с.
8. Шишов О.В., Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации. Учебник Инфра-М, 2020. 365 с.
9. Иванов В.Н., Программирование логических контроллеров. Учебное пособие Солон-пресс, 2020. 356 с.
10. Нестеров К.Е., Зюзев А.М., Программирование промышленных контроллеров, 2019. 96 с.

### References

1. Haghı A.K., Thomas S., Pothan L.A. Heat and Mass transfer in Fibrous Materials: Theory and Applications. New Delhi: Publisher&Distributors.LTD., 2009. 244 p.
  2. Savenkov D.N., Shherbakov A.A., Mexraliev R.E., Serdyuk V.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №11 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/7282](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2021/7282)
  3. Petrov I.V., red. D`yakonov V.P., Programmiruemy`e kontrollery`. Standartny`e yazy`ki i priemy` prikladnogo proektirovaniya [Programmable controllers. Standard languages and applied design techniques]. Solon-press, 2020. 254 p.
  4. Jochen Petry. IEC 61131-3 mit CoDeSys V3: Ein Praxisbuch für SPS-Programmierer. 2011. 839 p.
  5. Monogarov S.I., Programmirovanie mexatronny`x sistem. Codesys i Arduino [Programming of mechatronic systems. Codesys and Arduino]. Armavir: RIO AGPU, 2019. 152 p.
-



6. Zholobov I.A., Kazakova L.G., Korzin V.V Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, №2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2329](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2329)
7. Xirvin M.V., Danil`chenko S.V., Programmirovaniye PLK ipromy`shlenny`e seti. Programmnoye obespecheniye upravleniya texnologicheskimi processami [PLC programming and industrial networks. Software for controlling technological processes]. NITU MISiS, 2020, 141 p.
8. Shishov O.V., Programmiruemy`e kontrollery` v sistemax promy`shlennojavtomatizacii. Uchebnik [Programmable controllers in industrial automation systems. Textbook] Infra-M, 2020. 365 p.
9. Ivanov V.N., Programmirovaniye logicheskix kontrollerov. Uchebnoe Posobie [Programming logic controllers. Tutorial] Solon-press, 2020. 356 p.
10. Nesterov K.E., Zyuzev A.M., Programmirovaniye promy`shlenny`xkontrollerov [Industrial controller programming], 2019. 96 p.