

УДК 681.5

DOI: 10.35211/1990-5297-2023-1-272-25-28

А. В. Рогачев, Е. М. Фролов, Ж. С. Тихонова

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ
РЕЖИМОВ ТОЧЕНИЯ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: alexsandrogachev@ya.ru

Описываются аппаратная и программная части интеллектуального устройства автоматического назначения режимов точения.

Ключевые слова: метод пробного прохода, сигнал ЭДС резания, оптимизация режимов точения, ЧПУ.

© Рогачев А. В., Фролов Е. М., Тихонова Ж. С., 2023.

A. V. Rogachev, E. M. Frolov, Zh. S. Tikhonova

INTELLIGENT DEVICE FOR AUTOMATIC TURNING MODE ASSIGNMENTS

Volgograd State Technical University

The hardware and software parts of the intelligent device for automatic assignment of turning modes are described.

Keywords: trial pass method, cutting EMF signal, optimization of turning modes, CNC.

С 2019 года станкостроение получает все больший фокус внимания и поддержки при определении приоритетов развития промышленности страны, что отражается в официальных документах, в том числе в постановлении Правительства РФ от 24 декабря 2022 г. №2411 [1]. Это обусловлено большой долей механической обработки материалов на производственных предприятиях как гражданского, так и оборонного секторов, которые являются основой промышленного суверенитета страны. В связи с этим создание отечественных систем числового программного управления (ЧПУ) и дополнительных интеллектуальных модулей к ним является актуальной задачей.

Рассмотрим аппаратную и программную части интеллектуального устройства автоматического назначения режимов точения на основе сигнала ЭДС резания, генерируемого в зоне резания при токарной обработке сталей твердосплавным инструментом [2].

Основными составляющими аппаратной части устройства являются:

1) микроконтроллер для выполнения вычислений и организации связи между элементами устройства;

2) модуль аналогово-цифрового преобразователя для измерения сигнала термоЭДС резания;

3) дисплей для отображения информации;

4) микросхема для согласования сигналов микроконтроллера и станка;

5) оптопары для исключения помех со стороны линии связи станка и микроконтроллера;

6) модуль Bluetooth для связи со смартфоном, предоставляющим оператору интерфейс управления настройками устройства;

7) разъемы для подключения кабеля, соединяющего устройство и устройство ЧПУ станка, и проводников, образующих цепь измерения ЭДС резания.

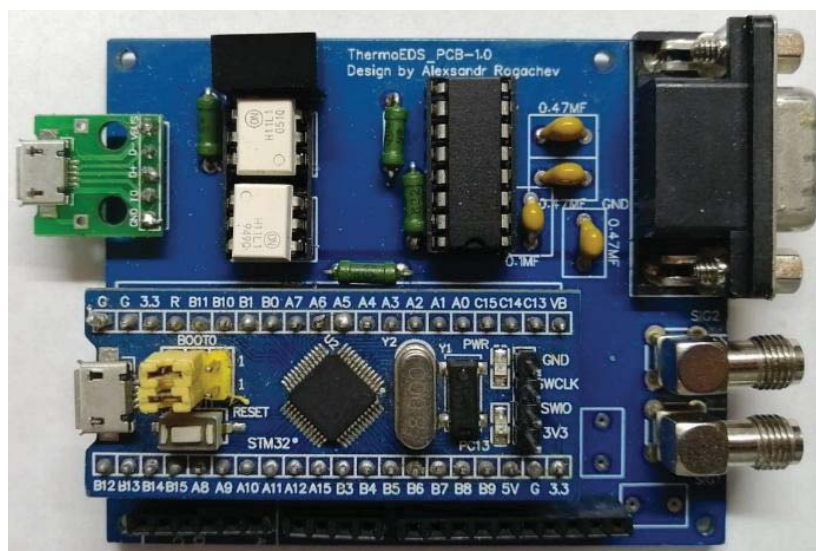


Рис. 1. Общий вид печатной платы устройства

Питание устройство получает от литий-ионного аккумулятора.

Порядок работы устройства заключается в следующем. Устройство при помощи магнитов закрепляется на револьверной головке станка.

Один проводник подключается к заземлению станка, второй проводник подключается к резцу, изолированному от резцедержателя, в результате чего образуется измерительная цепь между заготовкой и резцом [3; 4; 5].

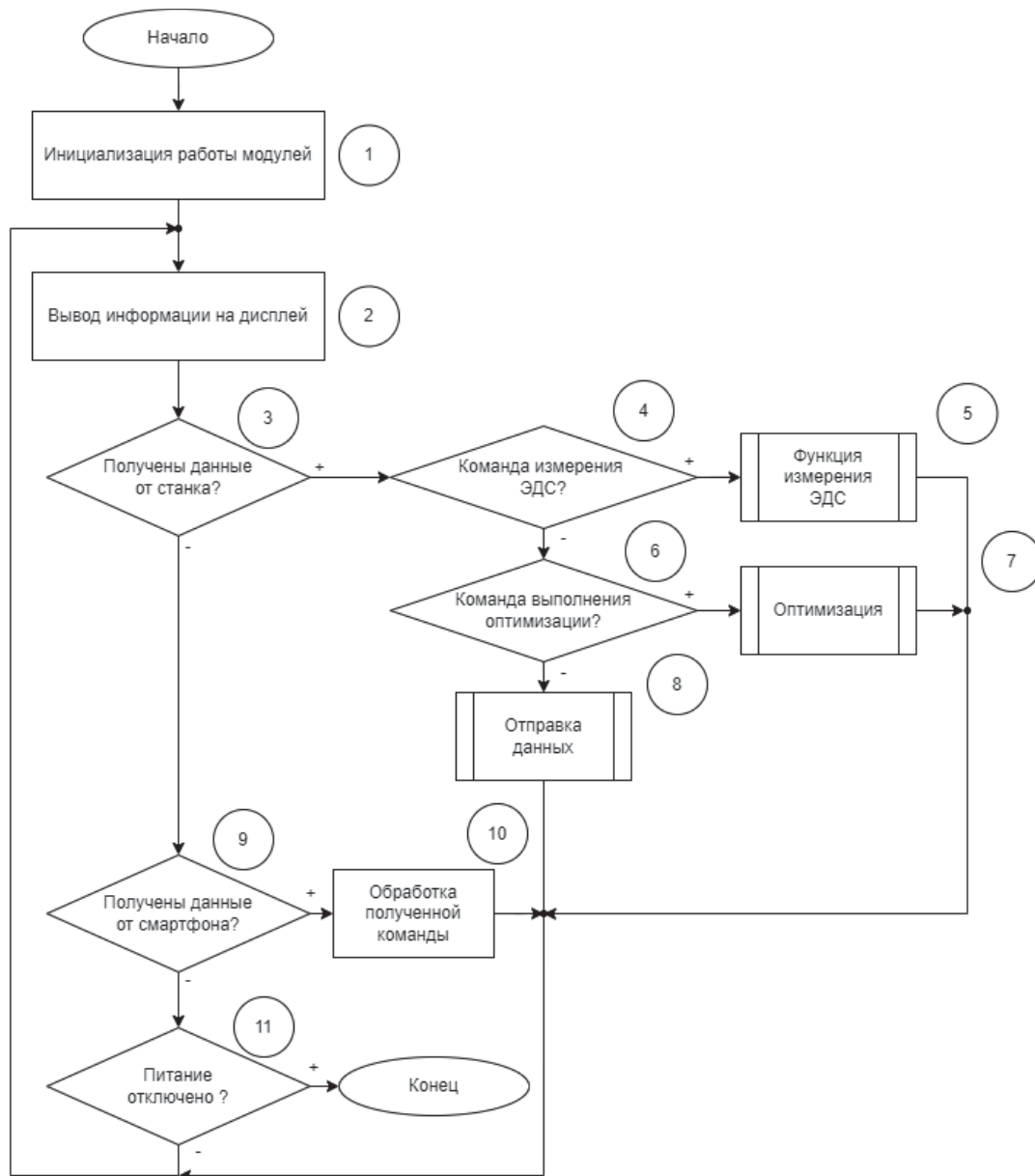


Рис. 2. Блок-схема алгоритма работы устройства

Устройство при помощи аналогово-цифрового преобразователя во время пробного прохода выполняет измерение ЭДС резания, после чего на основе полученных данных выполняет оптимизацию параметров обработки, результатом которой являются численные значения частоты вращения шпинделя и подачи [6]. Значения режимов резания передаются в устройство ЧПУ станка и записываются в пользовательские переменные [7]. Далее на вычисленных режимах совершается рабочий ход обработки заготовки.

Блок-схема алгоритма основного цикла работы устройства представлена на рис. 2. После подачи питания на устройство происходит под-

ключение необходимых для работы библиотек, первичная инициализация подключенных модулей и интерфейсов связи (блок 1). Затем устройство переходит в режим ожидания команд от смартфона или устройства ЧПУ, при этом контроль состояния выполнения программы и отслеживание информации о текущем значении ЭДС резания осуществляется посредством дисплея (блок 2). При получении данных микроконтроллер обрабатывает следующий алгоритм:

а) если данные получены от смартфона (блок 9), выполняется блок программы для обработки полученной команды (блок 10). Это может быть присваивание нового значения переменной, использующейся при оптимизации

режимов резания, характеризующей параметр обработки или переменная, отвечающая за процесс измерения сигнала ЭДС резания;

б) если данные были отправлены станком (блок 3), то выполняется соответствующий блок программы. На данный момент реализовано три различных команды от станка: измерение ЭДС (блок 5), выполнение оптимизации режимов резания (блок 7), отправка данных на УЧПУ (блок 8).

Работа устройства завершается при отключении питания (блок 11).

Для определения режимов резания в устройстве используется алгоритм решения задач оптимизации симплекс методом [6].

В качестве параметров оптимизации выбираются число оборотов шпинделя токарного станка n (об/мин) и минутная подача S_m (мм/мин).

Целевая функция выражается из минимума основного времени:

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_m} \rightarrow \min \Rightarrow n \cdot S_m \rightarrow \max.$$

При оптимизации режимов резания на систему накладывают технологические ограничения, составленные с учетом полученных во время предварительной обработки данных ЭДС резания. Они включают:

- 1) наименьшую и наибольшую подачи, допустимые кинематикой станка;
- 2) наименьшую и наибольшую частоты вращения шпинделя, допустимые кинематикой станка;
- 3) режущие возможности инструмента;
- 4) мощность двигателя привода главного движения станка;
- 5) прочность режущего инструмента;
- 6) жесткость режущего инструмента;
- 7) точность обработки;
- 8) требования, предъявляемые к шероховатости обработанной поверхности.

Таким образом, устройство для назначения оптимальных режимов обработки на основе сигнала ЭДС резания учитывает физико-химические свойства конкретной контактной пары инструмент – обрабатываемый материал, что позволяет избежать нарушений технологического процесса из-за разброса физико-химических свойств, обусловленных особенно-

стями производства обрабатываемого и инструментального материалов. Заложенный в устройство способ позволяет получить наиболее точные числовые значения частоты вращения и подачи, так как для расчета используются значения ЭДС резания каждой конкретной пары инструмент-деталь, а также учитываются возможности станка и режущие возможности инструмента. Автоматическое определение оптимальных режимов резания симплекс-методом и автоматическое внесение их в УЧПУ станка позволяет уменьшить время технологической подготовки производства, а также исключить риск возникновения ошибки из-за человеческого фактора. Также описанное устройство не требует вмешательства в узлы станка и программный код, что позволяет использовать его на станках, имеющих гарантию производителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об авансировании договоров (государственных контрактов) о поставке промышленных товаров для государственных и муниципальных нужд, а также для нужд обороны страны и безопасности государства : Постановление Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2022 г. № 2411. – Москва.
2. Способ назначения режимов резания для станков с ЧПУ на основе ЭДС резания : заявка № 2021135 Российская Федерация : В23В 25/06 (2006.01), В23Q 15/00 (2006.01) / Фролов Е. М., Рогачев А. В. ; заявитель ФГБОУ ВО «ВолгГТУ». – № 2021135456/05 ; заявлен 02.12.2021. – 30 с.
3. Пат. 2650827 Российская Федерация, МПК G01K13/00, G01K7/02 Устройство для измерения температуры реза естественной термпарой / А. Л. Плотноков, М. Г. Кристал, А. С. Сергеев, Ж. С. Тихонова, Т. В. Уварова ; ВолгГТУ. – 2018.
4. П. м. 201939 Российская Федерация, МПК В23В25/06 Резец сборный с элементами для измерения ЭДС резания / Е. М. Фролов, А. В. Рогачев ; ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – 2021.
5. П. м. 201938 Российская Федерация, МПК В23В25/06 Автономный модуль для измерения ЭДС резания / Е. М. Фролов, А. В. Рогачев ; ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – 2021.
6. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2022614344 от 18 марта 2022 г. Российская Федерация. Оптимизация режимов резания для станков с ЧПУ / Е. М. Фролов, А. В. Рогачев ; ФГБОУ ВО ВолгГТУ. – 2022.
7. Фролов, Е. М. Возможности использования серийного оборудования с ЧПУ в качестве основы для построения цифровых производственных участков / Е. М. Фролов, А. В. Рогачев // Известия ВолгГТУ : научный журнал № 3 (250) / ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – (Серия «Прогрессивные технологии в машиностроении»). – С. 41–43.