

Принцип резервирования в управлении приводами системы ЧПУ¹

*Р.Л. Пушков,
ст. преп., pushkov@ncsystems.ru,
С.В. Евстафиева,
ст. преп., svetlana.evstafieva@gmail.com,
А.Б. Любимов,
вед. инж., ljubimov@ncsystems.ru,
МГТУ «СТАНКИН», г. Москва*

Рассмотрена задача продолжения работы станка в случае выхода из строя одного или нескольких контроллеров управления приводами. Для этого резервные контроллеры устанавливаются и настраиваются на работу в составе системы ЧПУ, получают управляющие сигналы от системы, но настроены на работу со специальными виртуальными осями. В процессе работы системы ЧПУ постоянно контролирует состояние электроприводов и, в случае подозрения на выход одного из них, он отключается от физической оси, а свободный резервный к ней подключается. В этом случае необходимость в замене контроллера и дополнительной его настройке отсутствует.

The task of continuing the work of the machine in the event of the failure of one or several drive controllers is considered. To do this, backup controllers are installed and configured to work in the composition with the CNC system, they receive control signals from the system, but are configured to work with special virtual axes. During the operation of the system, the CNC constantly monitors the state of the electric drives and, in the event of suspicion of the output of one of them, it is disconnected from the physical axis, and the free backup is connected to it. In this case, we need not to replace the controller and make its additional configuration.

Введение

В современном мире существуют задачи металлообработки, в которых стоимость заготовки может исчисляться десятками тысяч рублей, а стоимость готовой детали – сотнями тысяч. Время обработки таких деталей может составлять до нескольких дней, а количество операций и переходов достигать нескольких сотен.

Примером таких деталей могут быть, например, лопатки паровых турбин электростанций и двигателей, большие корпусные детали.

В процессе обработки таких деталей могут возникать различные внештатные ситуации, связанные с поломкой инструмента или выходом из строя обрабатывающего оборудования. Эти ситуации приводят к финансовым потерям организации. В случае поломки инструмента возможно получение брака, в случае выхода из строя оборудования потери будут из-за вынужденного простоя, так как поставка комплектующих для оборудования и его ремонт могут затянуться на несколько недель или месяцев.

Задачу минимизации простоя оборудования можно решить путем поставки вместе со станком запасных комплектующих, но в этом случае все-равно потребуется время на поиск проблемы, замены и настройки оборудования.

1. Принципы резервирования оборудования в составе системы ЧПУ

Одним из методов повышения надежности промышленных технических устройств (систем) является применение дублирования аппаратных средств [1].

В основе метода резервирования лежит применение кратного количества устройств, выполняющих одинаковую функцию, с возможностью переключения между ними.

Резервирование может быть:

- «холодным» - устройство не подключено, для ввода в эксплуатацию необходимо произвести отключение неисправного устройства и подключение исправного;
- «теплым» - устройство подключено, выполняет ограниченный набор функций, переключение на использование исправного устройства можно произвести, не прерывая функционирования системы, но переключение не всегда производится мгновенно;
- «горячим» - устройство подключено и полностью нагружено, переключение можно произвести «на лету», иногда даже без потери производительности.

Для аппаратного резервирования приводов в системе ЧПУ можно использовать «теплое», а, в некоторых случаях, и «горячее» резервирование.

Рассмотрим вариант «горячего» резервирования приводов в системе ЧПУ (рис. 1).

Управление электроприводами осуществляется посредством контроллера полевой шины управления приводами. Приводы соединены в сеть по схеме «кольцо», при которой выход одного привода связан с входом другого. Сеть является замкнутой. Управляющие сигналы для осуществления движения осей обрабатывающего оборудования подаются системой ЧПУ на контроллер полевой шины и обрабатываются соответствующим электроприводом (согласно сконфигурированному адресу).

¹ Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках выполнения гос. задания (№ 2.1237.2017/4.6)

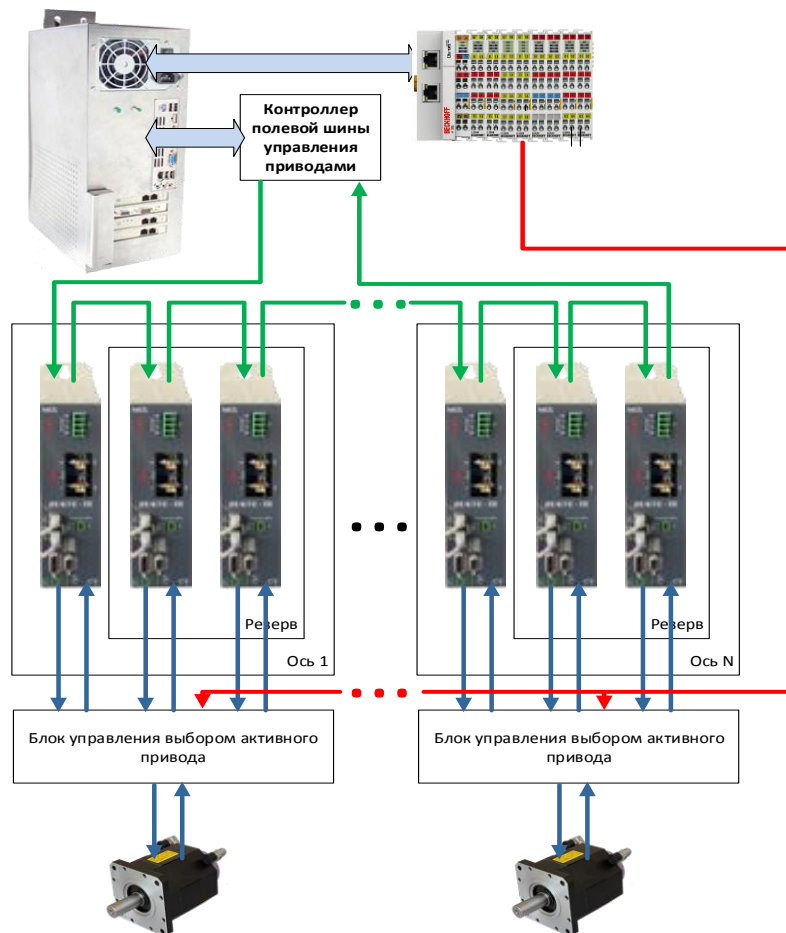


рис. 1 Структурная схема управления приводами в системе ЧПУ с резервированием

После выполнения команды движения, привод получает с датчика положения оси информацию о фактическом положении и посредством контроллера полевой шины передает в системы ЧПУ [2].

Аппаратное резервирование приводов осуществляется путем введения дополнительных резервных приводов, сконфигурированных для управления той же осью, что и основной привод. Резервные приводы также получают информацию с датчиков положения и осуществляют полноценную работу. Однако, управление электродвигателем осуществляет только один из них. Резервные приводы отключаются от управления специальной схемой, реализованной в блоке управления выбором активного привода.

Система ЧПУ анализирует состояние активного привода и, в случае обнаружения сбоев в его работе, производит выбор резервного привода и, при помощи выдачи сигнала от контроллера электроавтоматики на блок выбора активного привода, производит аппаратное переключение на резервный привод.

2. Принцип выбора активного привода

2.1. Блок управления выбором активного привода

Пример схемы блока управления выбором активного привода показана на рис. 2.

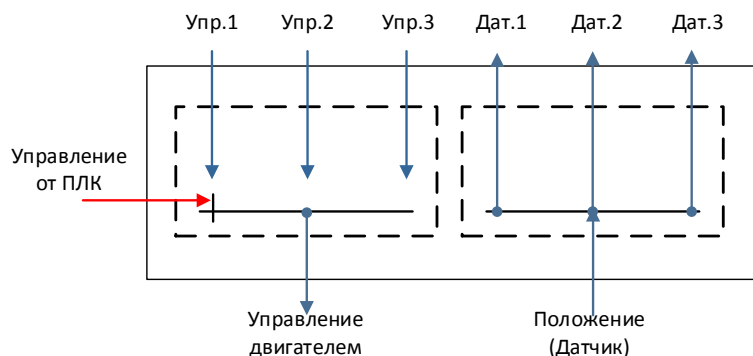


рис. 2 Схема блока управления выбором активного привода

Управляющие сигналы от системы ЧПУ поступают на все приводы системы, которые, в свою очередь, выдают управляющие сигналы на электродвигатель (Упр.1, Упр.2, Упр.3). Специальный переключатель, управляемый сигналом от ПЛК [3], подключает на выход блока управления выбором активного привода один из сигналов. Сигнал с дат-

чика положения поступает в блок управления выбором активного привода и передается на активный привод, а также, дублируется на все резервные приводы.

2.2. Применение мажоритарной схемы работы устройств

В случае использования нескольких равноправных устройств, например, нескольких одновременно работающих датчиков, можно исключить блок управления выбором активного устройства, который, пусть и незначительно, но влияет на скорость переключения с одного устройства на другое. В этом случае можно применять систему резервирования с голосованием.

В системе резервирования с голосованием используется нечётное число устройств (минимум 3), данные получаются от всех устройств и для дальнейшей работы используется значение, полученное в соответствии с мажоритарной схемой. Так, при получении значений X_1 , X_2 и X_3 , значения выстраиваются в ряд по возрастанию (например, $X_1=10$, $X_2=0$, $X_3=9$, тогда $X_2 < X_3 < X_1$) и выбирается центральное (X_3). Если какое-то устройство неработоспособно (X_2 в примере), то его показание будет перекрыто показаниями работающих устройств.

3. Конфигурирование параметров системы с резервированием приводов

Кроме использования дополнительного аппаратного обеспечения (резервных устройств) система с резервированием устройств должна быть должным образом сконфигурирована.

На рис. 3 показан пример конфигурирования параметров приводов для трех осей (X, Y и Z) с применением активного и двух резервных приводов на одну ось.

- Основные приводы – приводы с 1 по 3, сконфигурированные для осей X, Y и Z, соответственно. Адреса приводов в параметрах конфигурации устанавливаются с 1 по 3.
- Резервные приводы 1 – приводы с 4 по 6, сконфигурированные для осей X, Y и Z, соответственно. Адреса приводов в параметрах конфигурации устанавливаются с 4 по 6.
- Резервные приводы 2 – приводы с 7 по 9, сконфигурированные для осей X, Y и Z, соответственно. Адреса приводов в параметрах конфигурации устанавливаются с 7 по 9.

При конфигурировании приводов, их адреса должны различаться, так как с точки зрения контроллера полевой шины управления приводами, каждый привод является индивидуальным устройством и получает свои собственные управляющие сигналы от системы ЧПУ.

Машинные параметры	
Описание	Машинные параметры "по умолчанию"
> Общие	Глобальные параметры
> Порты	Параметры, относящиеся к портам
> Аппаратура	Параметры аппаратуры системы ЧПУ и станка
> Каналы	Параметры, относящиеся к каналам
> Оси	Параметры, относящиеся к осям
> Приводы	Параметры, относящиеся к приводам
> Параметры привода 1	S 3, ось 1 (X), VelPos
> Параметры привода 2	S 3, ось 2 (Y), VelPos
> Параметры привода 3	S 3, ось 3 (Z), VelPos
> Параметры привода 4	S 3, ось 1 (X), VelSp
> Параметры привода 5	S 3, ось 2 (Y), VelPos
> Параметры привода 6	S 3, ось 3 (Z), VelSp
> Параметры привода 7	S 3, ось 1 (X), VelPos
> Параметры привода 8	S 3, ось 2 (Y), VelPos
> Параметры привода 9	S 3, ось 3 (Z), VelPos
> Параметры привода 10	S 3, ось 10 (S), VelSp
> Параметры привода 11	S 3, ось 11 (S2), VelSp
> Параметры привода 12	Не используется
> Параметры привода 13	Не используется
> Параметры привода 14	Не используется
> Параметры привода 15	Не используется
> Параметры привода 16	Не используется
> Параметры привода 17	Не используется
> Параметры привода 18	Не используется
> Параметры привода 19	Не используется
Параметры привода 11	
S 3, ось 11 (S2), VelSp	

рис. 3 Конфигурирование параметров системы с резервированием приводов

Заключение

Применение принципа резервирования приводов в системе ЧПУ позволяет создавать отказоустойчивые системы, минимизирующие вероятность отказа уникального обрабатывающего оборудования и уменьшить периоды его простоя в случае возникновения неисправности.

Литература

1. Денисенко В. Аппаратное резервирование в промышленной автоматизации // Современные технологии автоматизации, №2. 2018. с.90-99
2. Нежметдинов Р.А., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В., Мартинова Л.И. Построение специализированной системы ЧПУ для многокоординатных токарно-фрезерных обрабатывающих центров // Автоматизация в промышленности, №6, 2014. с.25-28.
3. Козак Н.В., Пушков Р.Л., Евстафиева С.В. Реализация задач управления электроавтоматикой на основе внешних вычислительных модулей Soft PLC в системе ЧПУ "АксиОМА Контрол" // Промышленные АСУ и контроллеры. №7, 2016. с. 3-9.