

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ШАГОВОГО КОНВЕЙЕРА

*Сааков А. В.<sup>1</sup>, Прокопеня О. Н.<sup>1</sup>, Вабищевич Л. И.<sup>1</sup>*

1) Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Республика Беларусь

В настоящее время шаговые конвейеры широко применяются в автоматических системах на производстве различного рода продуктов. Шаговый конвейер – это транспортирующее устройство, предназначенное для циклического перемещения объектов технологического процесса (продукта) на один шаг через определенные промежутки времени. В зависимости от габаритов и массы перемещаемых объектов и условий эксплуатации, шаговые конвейеры могут быть реализованы на гидромеханическом, пневмомеханическом или электромеханическом приводе. Чаще всего их можно встретить в качестве транспортного и накопительного узла на базе электромеханического привода в высокопроизводительных автоматах. За счет своей циклической работы они позволяют оптимизировать время работы конвейера. Шаговые конвейеры также решают проблему с позиционированием объекта при перемещении его между позициями автоматической линии [1–3].

Специфический цикл работы шагового конвейера предусматривает конструкцию, отличающуюся от конструкции конвейеров непрерывного действия. Рабочую зону разделяют на равные секции, размер которых соответствует шагу конвейера. Для того чтобы объекты в секциях были зафиксированы, между секциями устанавливают специальные ограничители, конструкция которых зависит от особенностей объекта, перемещаемого по шаговому конвейеру. Они не позволяют объекту перемещаться за пределы своей секции.

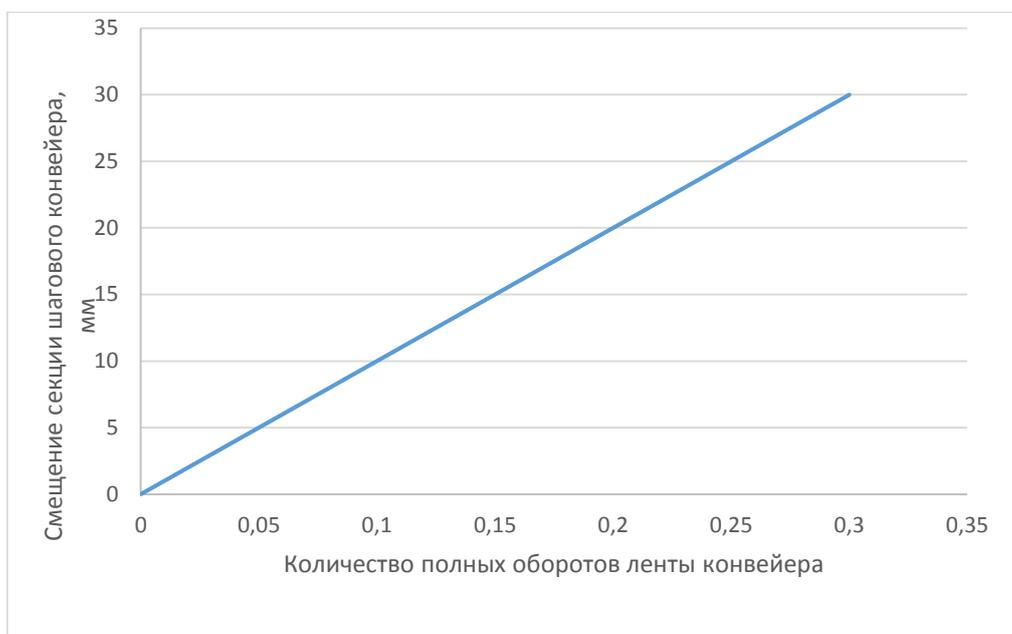
При проектировании системы управления шаговым конвейером необходимо учитывать особенности его конструкции, которые определяют тип привода. Далее будет рассмотрен наиболее часто применяемый шаговый конвейер, выполненный на базе асинхронного двигателя с использованием частотного преобразователя.

Существует несколько основных проблем, которые возникают при проектировании системы управления шаговым конвейером на базе асинхронного двигателя:

1. Невозможность обеспечить кратность рабочей зоны (ленты) шагу конвейера.
2. Высокие требования к динамическим характеристикам привода.

Невозможность обеспечить кратность рабочей зоны конвейера, при движении конвейера только в одну сторону, приводит к возникновению нарастающего смещения положения секции, что может стать причиной нарушения работы автоматической системы. Это связано с конструктивными особенностями реализации шагового конвейера. При использовании сплошной зубчатой ленты, изготовленной из синтетических материалов, кратность нарушается при растяжении ленты во время её натяжения на барабанах. При использовании модульной

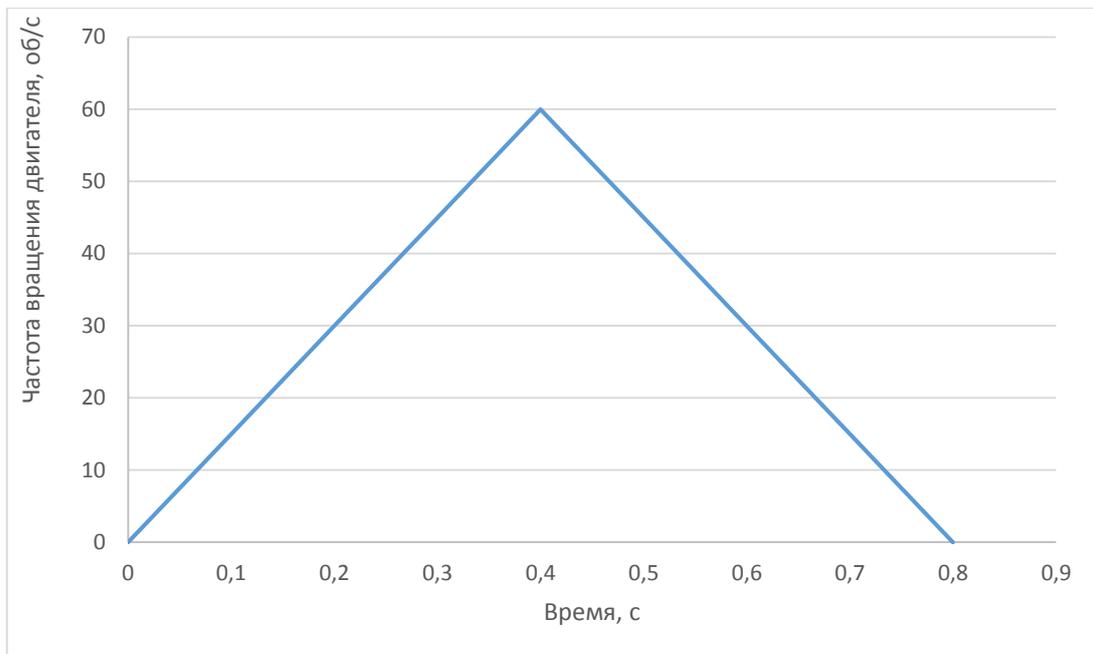
ленты сложно подобрать необходимое количество модулей, для получения длины, которая будет кратна шагу. Даже относительно небольшие отклонения от кратности могут привести к существенному смещению положения секции. Для примера возьмем ленту, отклонение длины которой не превышает 0,1 мм от заданной с длиной секции 80 мм. Если построить график зависимости смещения секции от количества полных оборотов ленты конвейера (рис.1), то можно увидеть, что всего за 800 полных оборотов, смещение секции достигнет 80 мм и будет равно шагу конвейера.



*Рисунок 1 – Смещение секции шагового конвейера в зависимости о количества полных оборотов ленты*

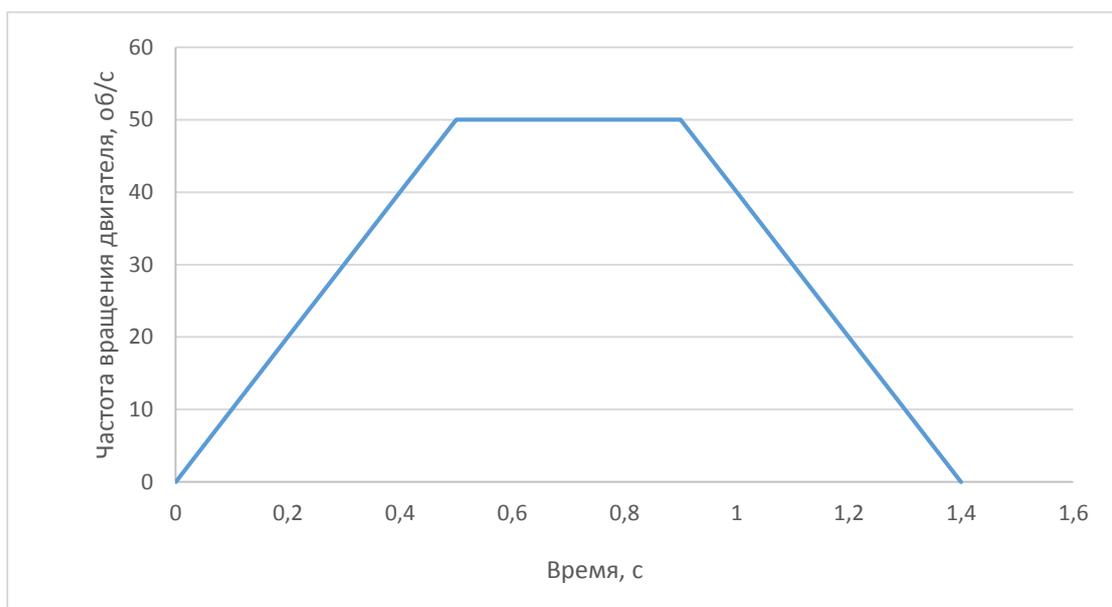
Всё это исключает возможность использования энкодеров при построении системы управления шаговым конвейером. Для того чтобы система работала надлежащим образом, необходимо точно отслеживать начало и конец секции на конвейере, что реализуется с помощью дискретного датчика положения (индуктивный, диффузного отражения, механический датчик положения и т. д.), который может точно определить границу между секциями. Датчик крепится на неподвижной части конвейера и является ограничителем, разделяющим секции, чтобы вовремя остановить конвейер. Однако это можно обеспечить только при соответствующем быстродействии привода, что, как правило, не позволяет сделать обычный асинхронный двигатель.

С другой стороны, так как шаговый конвейер работает циклично, а величина шага может не превышать нескольких сантиметров, время цикла очень мало и может составлять десятые доли секунды. Однако из-за высокой инерционности асинхронный двигатель, как правило, не успевает достичь установившейся скорости (рис. 2), и? как следствие, обеспечить требуемое перемещение за указанное время. Указанное обстоятельство ограничивает производительность конвейера.



*Рисунок 2 – Зависимость частоты вращения двигателя от времени при работе без выхода на установившуюся скорость*

Для того чтобы повысить производительность шагового конвейера, вместо асинхронного двигателя применен серводвигатель на базе асинхронного. За счет обратной связи серводвигатели обладают лучшими динамическими характеристиками и могут быстрее выйти на заданную скорость, а также быстрее остановиться (рис. 3). Это позволяет обеспечить более высокую производительность шагового конвейера.



*Рисунок 3 – Зависимость частоты вращения двигателя от времени при работе с выходом на установившуюся скорость*

Данный подход был применен при проектировании системы управления роботизированной установкой с шаговым конвейером, предназначенной для вторичной упаковки мороженого (рис. 4).



Рисунок 4 – Шаговый конвейер с серводвигателем

Таким образом, на практике подтверждена эффективность применения сервопривода в системах управления шаговыми конвейерами. Следует также отметить хорошую совместимость сервопривода с цифровыми системами управления.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рассудов, Л. Н. Системы на кристалле: Новые возможности управления сервоприводом / Л. Н. Рассудов, А. П. Балковой // Труды VIII международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014. – Саранск, 07–09 октября 2014 г. Саранск, 2014. – Т.1 – С. 38–43.
2. Проектирование нестандартного оборудования: справочно-методическое пособие / Н. П. Игнатъев. – Азов: АзовПечать, 2013. – 483 с.
3. Обеспечение точности при проектировании приводов и механизмов: справочно-методическое пособие / Н. П. Игнатъев. – Азов: АзовПечать, 2012. – 110 с.

УДК 621.34-52

### ОПТИМАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА

*Супрунчук П. Д.<sup>1</sup>, Прокопеня О. Н.<sup>1</sup>, Прожижко О. Г.<sup>1</sup>*

1) Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Республика Беларусь

Системы оптимального управления находят все большее применение в технике. Данные системы обеспечивают высокое качество регулирования, но достаточно трудоемки в проектировании. Поиск оптимального управления представляет собой сложную математическую задачу [1], решение которой основано на описании системы переменными состояниями [2]. На практике, как правило, используется частный случай ее решения, который именуется аналитическим конструированием регулятора. Под аналитическим конструированием регуляторов