

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДНЫМ РОЛЬГАНГОМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АРМАТУРЫ В УСЛОВИЯХ ЕНАКИЕВСКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Тютюнник Д.С. студ.; Волуева О.С., асс.

(ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

### Ведение.

Рольганги являются неотъемлемой частью многих технологических процессов в металлургической промышленности. Так, приводной рольганг является одной из основных машин в технологической линии прокатного производства, поскольку используется для транспортировки заготовок, изделий промежуточной стадии обработки и готового проката. Отказ рабочего рольганга приводит к простоям всего прокатного стана, что приносит большие убытки предприятию. Поэтому требования, предъявляемые к элементам электропривода рольганга необычайно высоки. Данный механизм находится в особых условиях эксплуатации, которые вытекают из широкого диапазона существующих режимов работы, как, например, повторно-кратковременная и прерывистая работа, работа в замедленном режиме и т.д. В настоящее время рольганг работает с постоянной скоростью независимо от его загруженности, потребляя при этом большое количество электроэнергии. Для решения задачи экономии ресурсов, целесообразно установить режим пониженного энергопотребления за счет уменьшения скорости оборотов цилиндров рольганга при отсутствии на нем изделия. При попадании изделия на рольганг производится выход на заданную скорость транспортировки. За счет использования такой схемы переключения режимов работы предприятие сможет уменьшить затраты на электроэнергию.

### Краткое описание объекта управления.

Рольганг перед первой черновой клетью служит для транспортирования заготовок с рольганга печей до первой прокатной клетки. Он состоит из четырнадцати роликов с индивидуальным приводом. Общий вид механизма приведен на рис. 1.

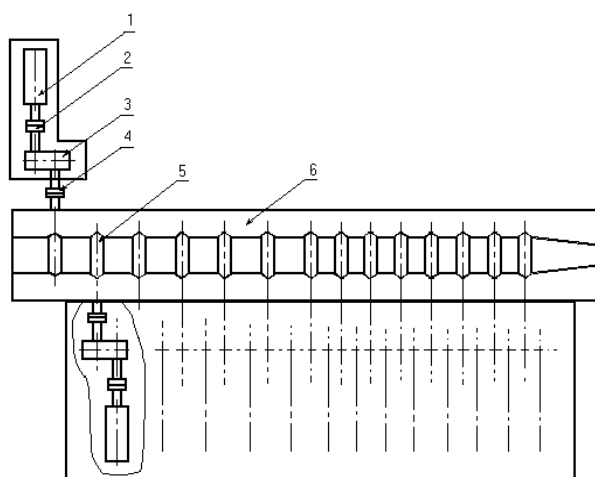


Рисунок 1 – Общий вид рольганга

На рис. 1 обозначены: 1 – электродвигатель; 2 – зубчатая муфта; 3 – цилиндрический редуктор; 4 – зубчатая муфта; 5 – ролик; 6 – рама рольганга.

При индивидуальном приводе каждый ролик имеет отдельный двигатель. Применение индивидуального привода обусловлено перемещением роликами рольганга заготовок большой длины, при этом масса металла распределяется на большое количество роликов.

Кинематическая схема механизма приведена на рис. 2. Каждый двигатель смонтирован на отдельной фундаментной плите.

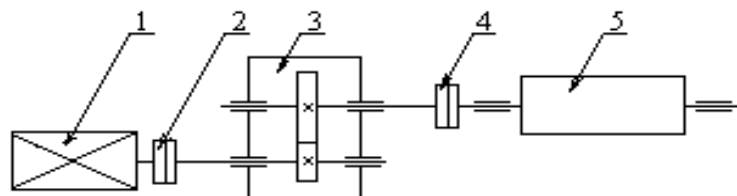


Рисунок 2 – Кинематическая схема привода ролика рольганга

На рис. 2 приняты обозначения: 1– электродвигатель; 2 – зубчатая муфта; 3 – цилиндрический редуктор; 4 – зубчатая муфта; 5 – ролик.[1]

Перекрытие в зоне роликов выполнено из стального литья. Вертикальные стенки выполняют функцию боковой проводки и служат на приводной стороне одновременно для опоры сварных плит перекрытия, расположенных над приводами. Роликоподшипники присоединяются к централизованной системе густой смазки. Ролики имеют наружное водяное охлаждение, которое регулируется посекционно.

В настоящее время в качестве индивидуального привода рольгангов применяются асинхронные двигатели, по всем показателям не уступающие электроприводам постоянного тока, а по некоторым показателям статических и динамических характеристик даже превосходящие их. По надежности электродвигатели постоянного тока сильно уступают асинхронным короткозамкнутым двигателям, особенно в тяжелых условиях работы металлургического предприятия. Применение асинхронных короткозамкнутых электродвигателей также выгодно и с экономической точки зрения. Таким образом, наиболее актуальным и перспективным является применение в качестве электропривода, специальных рольганговых двигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором.

#### Анализ объекта управления.

Упрощенная структурная схема асинхронного двигателя, управляемого изменением напряжения в цепи обмоток статора приведена на рис.3.

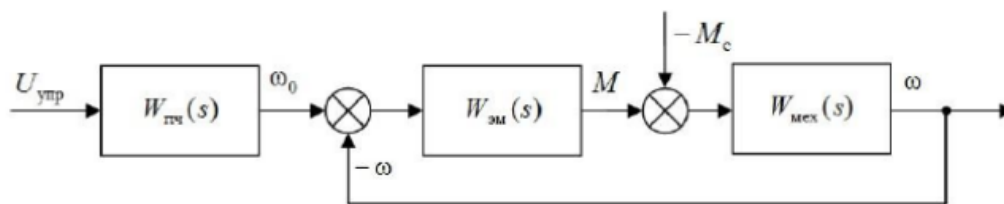


Рисунок 3 – Структурная схема электропривода

Принятые на рис.3 обозначения:  $W_{пч}$  - преобразователь частоты,  $W_{эм}$  - электромагнитная составляющая,  $W_{мех}$ - механическая часть.

В нормальном режиме работы задача системы управления заключается в поддержании заданной скорости рольганга при транспортировке изделий. Когда подается напряжения на привод, осуществляется движение цилиндров рольганга. Скорость вращения регулируется величиной напряжения. При этом двигателю необходимо преодолеть дополнительное сопротивление, которое создает масса перемещаемого при помощи рольганга изделия. При отсутствии нагрузки скорость рольганга должна быть снижена до минимальной.[2]

Таким образом, целью разработки системы автоматического управления является формирование задания скорости в двух основных режимах работы: в режиме пониженного энергопотребления (в периоды отсутствия нагрузки на рольганг) и в нормальном режиме работы (при транспортировке заготовки). При этом задача управления приводным рольгангом может быть сведена к задаче управления асинхронным двигателем. Тогда,

рассматривая асинхронный двигатель как объект управления, можно выделить основные переменные:  $U_{упр}$  – управляющее воздействие (напряжение),  $\omega$  – выходная переменная (частота вращения/скорость),  $M_C$  – возмущающее воздействие (сопротивление нагрузки).

### Обзор существующих решений.

На рис. 4 приведена структура скалярного управления асинхронным двигателем. При данном управлении по определенному закону изменяют амплитуду и частоту приложенного к двигателю напряжения. В существующих преобразователях частоты, используя метод скалярного управления, при изменении частоты амплитуда напряжения изменяется таким образом, что отношение максимального момента двигателя к текущему моменту нагрузки остается неизменным.

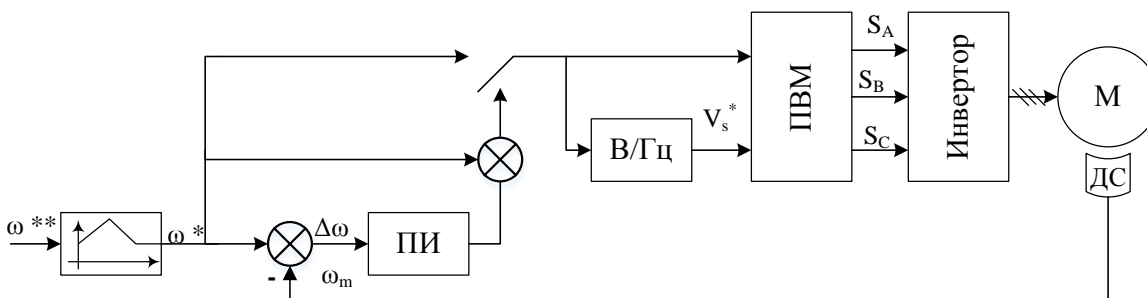


Рисунок 4 – Структура скалярного регулирования скорости асинхронного двигателя

Достоинства схемы скалярного управления:

- простота реализации;
- регулирование скорости в полном диапазоне;
- одним преобразователем можно регулировать скорость вращения нескольких подключенных к нему электродвигателей

Недостатки:

- не всегда удается добиться хорошей динамики;
- трудно добиться постоянства момента при разных значениях частоты вращения;
- используется, когда нет необходимости быстрого реагирования на изменения задания вращающего момента и скорости

На рис.5 приведена структурная схема векторного регулирования скорости асинхронного двигателя.

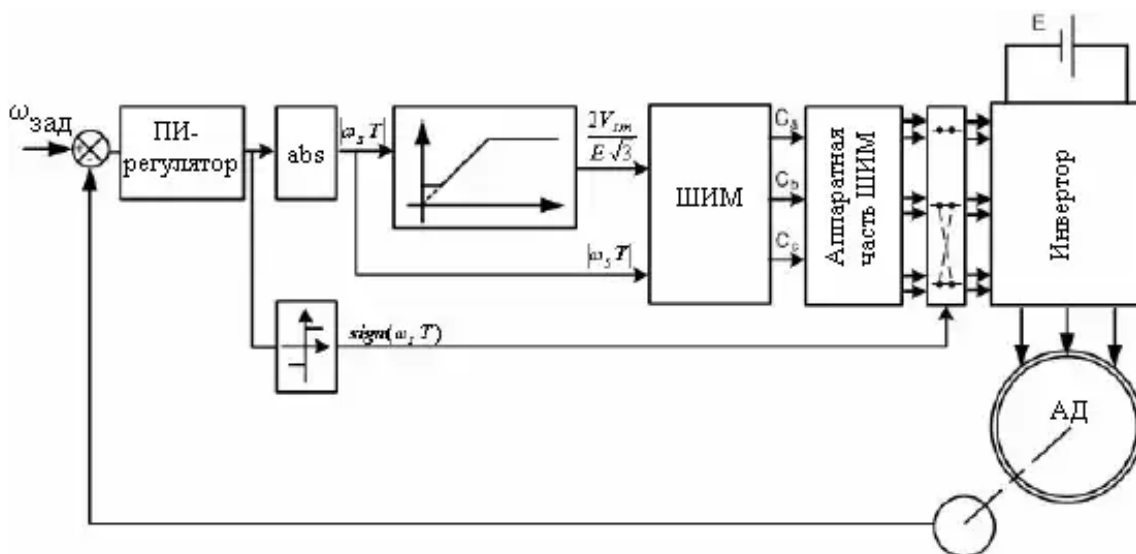


Рисунок 5 – Структурная схема векторного регулирования скорости асинхронного двигателя

Данный принцип может использоваться для построения контуров автоматического управления скоростью, в которых отклонение желаемой скорости от фактического измеренного значения скорости поступает в ПИ-регулятор, где вычисляется значение частоты напряжения статора. В целях снижения сложности регулятора в качестве исходных данных для правила  $V/f$  и векторного ШИМ-алгоритма используется абсолютное значение частоты статорного напряжения. Если на выходе ПИ-регулятора присутствует отрицательное значение, то для реверсирования электродвигателя обменивается содержимое двух переменных, управляющие силовыми транзисторами инвертора.

При использовании векторного управления достигаются следующие преимущества:

- высокая точность регулирования;
- плавное, вращение двигателя в области малых частот;
- быстрая реакция на изменение нагрузки;
- высокий КПД двигателя.

Однако этот способ управления имеет недостатки:

- большая вычислительная сложность и необходимость знания параметров двигателя;
- накопление ошибки в процессе работы, что влечет за собой необходимость выполнения корректирующих операций, а, следовательно, дальнейший рост объема вычислений;
- колебания скорости на постоянной нагрузке больше, чем при скалярном управлении.

Большинство алгоритмов управления асинхронным электроприводом представляет собой дальнейшее развитие представленных структур на основе общей теории автоматического управления. Существуют и неклассические методы решения. Например, задача управления может быть разрешена при помощи нечеткого управления. В системе нечеткого управления отсутствует накапливающаяся ошибка измерения наблюдаемых и вычисления ненаблюдаемых координат объекта. Недостатком такой системы является сложность составления блока правил.

Существуют также разработки на основе нейроконтроллеров, позволяющие управлять асинхронным двигателем даже при неточности идентификации переменных и обеспечивающие робастность системе управления при нестабильности параметров. Основным их недостатком является сложность организации обучения нейросети при адаптации к определенному асинхронному двигателю. [3]

#### **Выводы.**

1. Выполнен анализ приводного рольганга прокатного стана как объекта управления. Определены входные, выходные, возмущающие воздействия.
2. Поставлена задача управления приводным рольгангом черновой клетки прокатного стана.
3. Выполнен обзор существующих решений. Исходя из поставленной задачи, принято решение использовать структуру скалярного управления асинхронным электроприводом рольганга, поскольку при простоте реализации эта структура позволит обеспечить необходимые режимы работы с целью уменьшения потребления электроэнергии.

#### **Перечень ссылок**

1. Бычков, В. П. Электропривод и автоматизация металлургического производства: Учебное пособие для / В. П. Бычков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Высшая школа, 1977. – 391 с.
2. Целиков, А. И. Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3-х томах. Том 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов : Учебник для вузов. / А. И. Целиков, П. И. Полухин, В. М. Гребеник - 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Металлургия, 1988. - 432 с
3. Макаров, А. М. Системы управления автоматизированным электроприводом переменного тока : учеб. пособие / А. М. Макаров, А. С. Сергеев, Е. Г. Крылов, Ю. П. Сердобинцев ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016.– 192 с.