

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАВНЫМ ПУСКОМ ШАХТНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

**Несвитайло В.М., магистрант; Степаненко П.Д., магистрант;
Лавшонок А.В., доц., к.т.н., доц.**

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

Для управления приводами ленточных конвейеров, использующихся для транспортирования полезного ископаемого на угледобывающих предприятиях, все шире применяются систему плавного пуска ленточных конвейеров различных производителей. В настоящее время эксплуатируются различные системы плавного запуска как отечественного, так и зарубежного производства разных годов выпуска, которые отличаются принципом построения и характеристиками, например, отечественные аппараты АПМ, УКТВ, КУВПИ и зарубежные аппараты фирм «Hansen & Reinders», «Elgor & Hansen», «Hamacher» и другие. Аппараты выпускаются на различные токи и постоянно совершенствуются. Аппараты плавного запуска ленточных конвейеров типа обеспечивают существенное снижение динамических перегрузок при пуске привода, что позволяет снизить натяжение ленты, отпадает также необходимость применения сложных натяжных устройств, работающих в широком диапазоне изменений натяжений ленты. Кроме этого существенно снижаются пусковые токи, что благотворительно влияет на вопросы организации системы электроснабжения подземных потребителей, к одним из важнейших из которых относится конвейерный транспорт. Современные системы плавного шахтных ленточных конвейеров строятся на базе тиристорного регулятора напряжения, что обусловлено его относительной простотой, низкими потерями на нагрев элементов системы управления, а также достаточно простыми способами обеспечения их работы совместно с общесетевыми устройствами защиты от утечек тока.

На рисунке 1 приведена функциональная схема системы плавного пуска ленточного конвейера для угольных шахт.

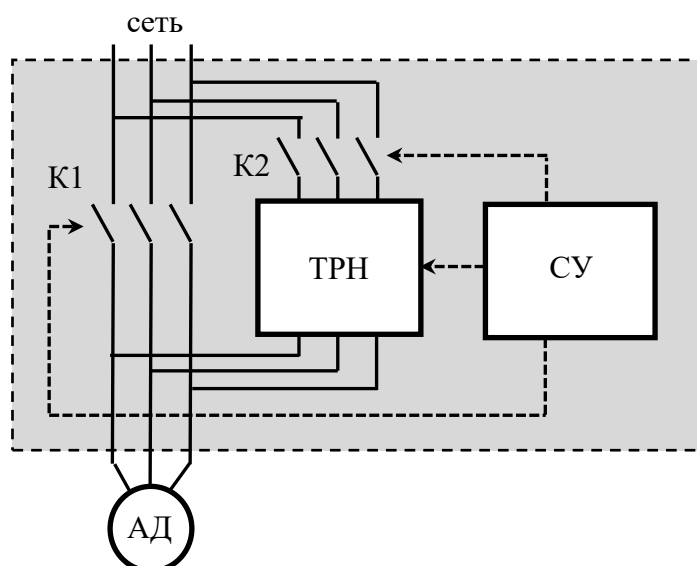


Рисунок 1 – Функциональная схема системы плавного пуска

На рисунке представлена упрощенная функциональная схема устройства плавного пуска аналогичного УКТВ-2-250, КУВПИ, которые отличаются организацией способа шунтирования тиристорного регулятора напряжения (ТРН) при помощи шунтирующего контактора K1, при этом силовой контактор K2 подключается только на время разгона

электродвигателя (АД) ленточного конвейера. Силовые контакторы К1 и К2, а также тиристорный регулятор напряжения (ТРН) управляются при помощи специализированной системы управления (СУ). Достоинством такого решения является отсутствие необходимости длительной одновременной работы двух силовых контакторов, что приводит к снижению потребляемой мощности цепей питания собственных нужд, так как силовые контакторы являются наиболее значимыми потребителями питания. Таким образом, значительно уменьшаются габариты трансформатора, что крайне важно с точки зрения компоновки системы внутри взрывозащищенной оболочки. Следует также отметить возможность при такой реализации использовать контактор К2 несколько меньшей мощности чем основной К1, что связано с непродолжительным (до 20 секунд) временем его работы в режиме запуска в режиме с фактическим ограничением пусковых токов.

Эффективность функционирования системы плавного пуска ленточного конвейера определяется свойствами, возможностями и алгоритмом функционирования системы управления. Данная система управления является комплексной и объединяет в себе не только функции системы управления регулятором напряжения, но и систему управления силовыми контакторами и комплекс защит в соответствии с требованиями к коммутационным аппаратам шахтной низковольтной электрической сети. К таким системам предъявляются следующие специфические требования управления ТРН:

- Управление ТРН для обеспечения плавного управляемого пуска машины;
- управление тормозными режимами двигателя;

Следует отметить, что большинство современных систем плавного пуска фактически функционируют как разомкнутые в части контроля скорости, хотя, как правило, они имеют возможность подключения соответствующих датчиков. В связи с этим управление системой управления ТРН осуществляется фактически по математической модели. Разработку математической модели целесообразно вести считая, что лента рассматривается как абсолютно жесткая.

Для рассматриваемой системы основное уравнение движения будет иметь вид:

$$F_t - W_0 = \sum m \cdot \frac{dV(t)}{dt} \quad (1)$$

где: F_t – тяговое усилие привода приведенное к приводному барабану, н; W_0 – статическое сопротивление тягового органа, н; $\sum m$ – сумма приведенных значений движущихся масс, кг; $\frac{dV(t)}{dt}$ – ускорение движения ленты, м/с²;

Статическое сопротивление движения тягового органа определяется следующим образом [1]:

$$W_0 = ((q + q_l + q'p) \cdot w' + (q_l + q''p) \cdot w'') \cdot \cos \beta - q \cdot \sin \beta \cdot g \cdot L \cdot k \quad (2)$$

где: W_0 – статическое сопротивление тягового органа, н; q_l, q', q'' – погонные массы ленты, и вращающихся частей роликов на грузовой и порожней ветви, кг/м; w', w'' – коэффициент сопротивления движения грузовой и порожней ветви ленты; β – угол наклона конвейера, град; g – ускорение свободного падения, м/с²; L – длина конвейера, м; k – коэффициент, учитывающий местные сопротивления; q – погонная масса груза на грузовой ветви, кг/м;

Выражение (2) справедливо в установившемся режиме при осуществлении непрерывного постоянного грузопотока. Однако при пуске конвейера возможны несколько ситуаций:

1. Пуск пустого конвейера, как это предусмотрено технологическим процессом.
2. Пуск полностью загруженного конвейера с равномерным слоем груза на ленте.
3. Пуск частично загруженного конвейера с равномерным или неравномерным участком груза на ленте.

Первый случай наиболее простой, в этом случае погонная масса груза при пуске равна нулю, но этот случай достаточно редкий, так как шахтные конвейеры, несмотря на рекомендации часто выключаются без предварительной разгрузки. Третий случай не столь распространен и весьма сложно моделируется. Наиболее тяжелый случай сопряжен с запуском полностью загруженного конвейера. В этом случае погонная масса груза будет максимальной в момент старта, а по мере разгрузки ее величина будет уменьшаться вплоть до нулевой величины.

Погонная масса груза с учётом влияния уменьшения массы угля на ленте при разгрузке конвейера во время его запуска (3):

$$q = \begin{cases} K \geq L, & 0 \\ K < L, & \frac{\left(\frac{Q}{3,6 \cdot V_m}\right) \cdot (L - K)}{L} \end{cases} \quad (3)$$

где: K – расстояние, пройденное лентой до контролируемого момента времени, м; Q – производительность конвейера до момента остановки; V_m – максимальная скорость конвейера;

Выражение 3 следует учитывать в 1 и 2 при определении сопротивления движения конвейера для определения оптимального закона управления. А также следует учитывать, что погонная масса груза влияет на величину $\sum m$ уравнения движения 1.

Причем из выражений 2 и 3 видно, что по мере разгона груженого конвейера уменьшается сопротивление движения, связанное с процессом разгрузки ленты, а также уменьшается инерционность системы регулируемый электропривод – ленточный конвейер.

Таким образом, учет выражения 3 и 2 при разработке разомкнутой системы плавного пуска ленточного конвейера позволяет учитывать процесс изменения приведенных масс как непосредственно при определении активных и реактивных моментов сопротивления, так и изменения суммы приведенных масс как меры инерционности системы. Указанное позволяет получить оптимальные параметры закона изменения напряжения питания двигателя привода шахтного ленточного конвейера, для обеспечения более плавного нарастание момента двигателя в течение заданного времени разгона.

Перечень ссылок

1. В.А. Будишевский, А.А. Сулима «Теоретические основы и расчеты транспорта энергоёмких производств», Донецк 1999 г., - 216 с.
2. Полунин, А. И. Оптимизация систем управления плавного пуска ленточными конвейерами / А. И. Полунин, А. В. Лавшонок // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых; сборник научных трудов XVI Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов, 25-26 мая 2016 г., г. Донецк: в рамках 2-го Международного научного форума "Инновационные перспективы Донбасса". – Донецк: ДОННТУ, 2016. – С. 190–193.
3. Полунин, А. И. Алгоритм управления системой плавного пуска ленточными конвейерами / А. И. Полунин, Я.А. Киселева, А. В. Лавшонок // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых; сборник научных трудов XVII Международной научно-технической конференции аспирантов и студентов, 24-25 мая 2017 г., г. Донецк: в рамках 3-го Международного научного форума "Инновационные перспективы Донбасса". – Донецк: ДОННТУ, 2017. – С. 79–83.