

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**СУЧАСНІ АСПЕКТИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОЄМНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
III регіональної науково-практичної конференції**

28 квітня 2015 р.

Красноармійськ – 2015

УДК 622.23

Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв. Збірник матеріалів III регіональної науково-практичної конференції, Красноармійський індустріальний інститут ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 28 квітня 2015 р. – 280 с.

У збірнику представлені праці учасників III регіональної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв», яку провела кафедра «Електромеханіки і автоматики» Красноармійського індустріального інституту ДВНЗ ДонНТУ. Основні напрямки роботи конференції – гірнича механіка, електрообладнання та енергопостачання сучасних енергоємних виробництв; геомеханічні проблеми розробки корисних копалин та охорона праці; соціальні, економічні та організаційні аспекти життєдіяльності енергоємних виробництв.

Редакційна колегія повідомляє, що автори публікацій несуть відповідальність за достовірність поданої інформації, зміст матеріалів, їх мовно-стилістичне оформлення.

© Красноармійськ, КП ДВНЗ ДонНТУ, 2015

ЗМІСТ

	стор.
Мир в наших сердцах	6
ГІРНИЧА МЕХАНІКА, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ	
Бабенко М.О., Соболев Е.А., Шульженко В.В. Сравнительный анализ методов ремонта и восстановления зубчатых колес	7
Гладкий О.І. Методи визначення місць пошкодження силових кабелів без прожогів	11
Гладкий О.І. Технології знаходження місць пошкоджень електричних кабелів	16
Гончарова В.М., Романенко Д.М., Зиновьев С.Н. Анализ систем управления электропривода рудничного электровоза	20
Горячева Т.В., Духанін І.О. Аналіз динамічної моделі стрічкового конвеєра	24
Еськова Д.В., Чашко М.В. Застосування енергії сонця для електропостачання	29
Калиниченко В.В., Кисельов В.В. Підвищення ефективності експлуатації ерліфтних установок	32
Калиниченко В.В., Білицький С.С. Підвищення енергоефективності електропривода водовідливних установок	36
Камелевский В.Л., Чашко М.В. Алгоритм и программа распределенной генерации	40
Кобівник А.Р., Кондратенко В.Г. Вплив осьової сили на гідравлічні параметри запропонованого вдосконаленого розвантажувального пристрою	45
Козій І.А., Алтухова Т.В. Аналіз методів і технічних засобів діагностики електромеханічних систем	49
Коробко С.В., Чашко М.В. Использование энергии солнечного света в современном мире	54
Кочержат А.Н., Гладкий А.И. Выбор и обоснование рациональных значений сопротивления секций и коэффициента начального распора гидростоек	56
Кочержат А.Н., Гладкий А.И. Основные направления совершенствования механизированных крепей	61
Макуха Ю.О., Чашко М.В. SMART GRID система	64
Маликов Д.А. Интеллектуальные сети в современной энергетике	67
Маликов Д.А., Чашко М.В. Преобразование солнечной энергии	69
Мельник А.А., Чашко М.В. Распределенная генерация для угольного предприятия	71
Немцев Э.Н. Особенности эксплуатации механизированной крепи МКЮ.4У в условиях шахтоуправления «Покровское»	74
Петрова Н.А., Алтухова Т.В. Негативний вплив вищих гармонік на шахтні підйомні установки та можливість вирішення проблеми	78
Полянський А.А., Скоробогатова І.В., Петелин Е.А. САУ разгоном шахтных подъемных установок с асинхронным приводом	82
Пуханов А.А., Тяпин В.К. Конвейеры с промежуточным барабанным приводом	86
Пуханов А.А., Тяпин В.К. Конвейеры с промежуточным фрикционным приводом	86
Романенко Д.Н., Гончарова В.М., Скоробогатова І.В. Автоматизация технологической системы шахтного водоотлива	94

З даного аналізу можливо зробити висновок, що при встановленні фільтрокомпенсуючих пристроїв на шахтних підйомних установках при ідеальному налаштуванні буде викликати зниження коефіцієнта несинусоїдальності, істотно збільшувати рівень неканонічних гармонік, а також при включенні фільтрів частково або повністю буде вирішуватися задача компенсації реактивної потужності, тобто значно знижуватися втрати активної та реактивної потужності.

Список литературы:

1. А.В. Праховник, В.П.Розен, В.В. Дегтярев. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятия. М., Недра, 1985,- 232 с.
2. Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт: Справочник / В.Ф.Антонов, Ш.Ш.Ахмедов, С.А. Волотковский и др. Под общей ред. В.В.Дегтярева, В.И.Серова, Г.Ю Цепелинского – М.: Недра, 1988.
3. Красник В.В. Автоматические устройства по компенсации реактивной мощности в электросетях предприятий. – 2-е зд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 136 с.
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т. / Под общ. ред. А.А. Федорова. Т.2 Электрооборудование. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 592 с.
5. Жежеленко И.В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М., Энергия, 1974. – 184 с.
6. Пронин М. В., Воронцов А. Г., Калачиков П. Н., Емельянов А. П. Электроприводы и системы с электрическими машинами и полупроводниковыми преобразователями / Под редакцией Крутякова Е. А. – СПб.: “Силовые машины” – ОАО “Электросила”, 2004. – 252 с.

УДК 681.5.042

ПОЛЯНСЬКИЙ А.А., СКОРОБОГАТОВА И.В., к.т.н.,

ПЕТЕЛИН Е.А., к.т.н. (КИИ ДонНТУ)

САУ РАЗГОНОМ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ

В статье проанализированы способы регулирования асинхронного двигателя подъемной установки. Разработана структурная схема системы автоматического управления разгоном подъемной установки на базе микроконтроллера.

В настоящее время 90% парка шахтных подъемных машин Украины оснащены асинхронными двигателями с фазным ротором и пусковым реостатом. Замена его на более современные системы привода требует длительного времени и значительных материальных затрат. Менее затратным способом, не требующим остановки подъемов, является их модернизация. Это не решает коренным образом проблему, но все же улучшает технические показатели подъемных установок, повышает их производительность и надежность работы.

В рабочем цикле подъемных установок важными являются периоды разгона и замедления машин. От них напрямую зависит производительность подъема и безопасность его работы.

Практически все подъемные установки Украины с асинхронным приводом предусматривают регулирование скорости на стадии пуска путем переключения ступеней роторного сопротивления. Обычно количество таких ступеней не превышает восьми.

На рис.1 приведены диаграмма пуска асинхронного двигателя и диаграмма скорости подъемной машины в период ее разгона.

В ней приняты следующие условные обозначения:

- M_{CH} – номинальный статический момент, создаваемой нагрузкой подъемной машины;
- M_1 и M_2 – соответственно нижний и верхний моменты переключения двигателя;
- M_{CP} – средний момент переключения двигателя;
- ω – угловая скорость вращения двигателя;
- $V, V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_H$ – соответственно линейная текущая скорость, скорости переключения и номинальная скорость.

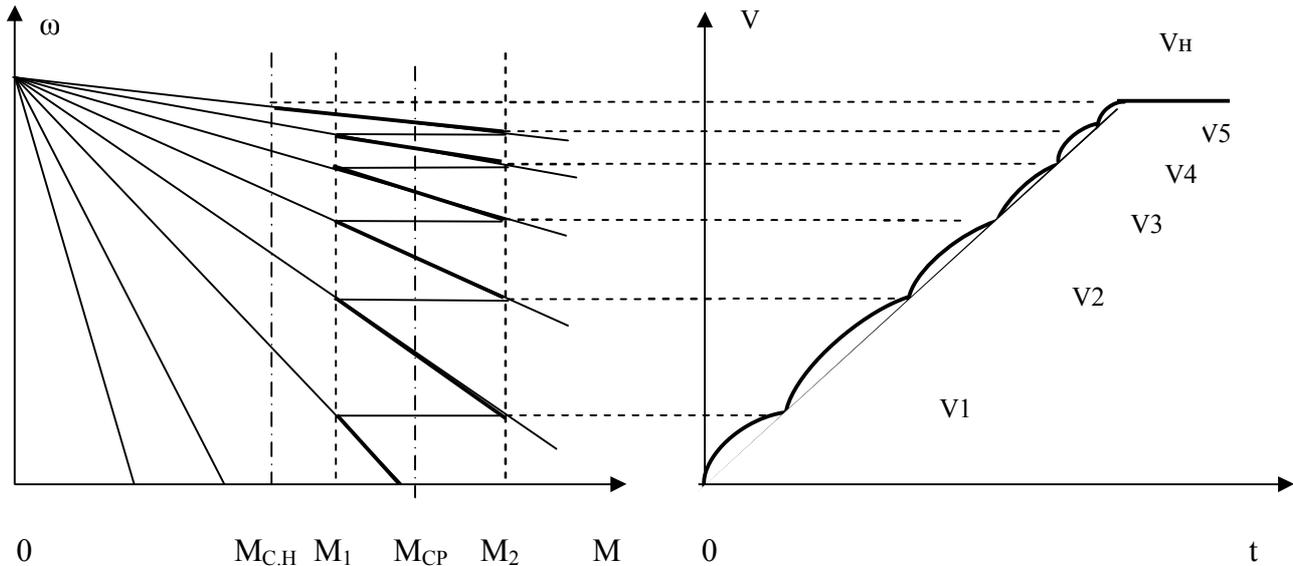


Рисунок 1 – Диаграмма пуска и скорости подъемной машины

Идея такого пуска состоит в последовательном, ступенчатом уменьшении величины роторного сопротивления за счет шунтирования его ступеней силовыми контактами контакторов ускорения. В этом случае разгон двигателя осуществляется путем ступенчатого перехода с одной искусственной механической характеристики на другую. После полного шунтирования роторного сопротивления двигатель переходит на самую жесткую, естественную механическую характеристику и этим завершается период разгона подъемной установки.

Нижний момент переключения ступеней роторного сопротивления M_1 обычно принимается равным $1.2M_{CH}$, верхний предел $M_2 = 1.6M_{CH}$. Отсюда средний момент создаваемый двигателем в период разгона составит $1.4M_{CH}$.

Уравнение движения подъемной машины, приведенное к валу подъемного двигателя имеет вид:

$$M_d - M_c = J \frac{d\omega}{dt} .$$

Здесь M_d – момент, развиваемый на валу двигателя, нм; M_c – момент, создаваемый статической нагрузкой, нм; J – суммарная масса всех вращающихся и поступательно движущихся частей подъемной установки (ротор двигателя, зубчатые колеса редуктора, барабаны подъемной машины, направляющие шкивы, подъемные

сосуды, канаты и др.), приведенная к валу двигателя, нмс^2 ; $\frac{d\omega}{dt}$ – угловое ускорение, вращающихся элементов подъемной установки, с^{-2} .

Так как пусковой момент двигателя изменяется от максимального M_2 до минимального M_1 , то и ускорение на этих участках носит переменный характер. Следовательно, скорость на диаграмме скорости (Рис.1) выглядит как совокупность криволинейных участков. В таких случаях уместно говорить о среднем значении ускорения, которое определяется как

$$a_{\text{CP}} = \frac{V_H}{t_P},$$

где V_H – номинальная скорость движения подъемных сосудов, м/с;

t_P – время разгона, с.

Совершенно очевидно, что при неизменном среднем двигательном моменте M_{CP} , что определяется параметрами настройки системы автоматического пуска асинхронного привода подъемной машины, и изменении нагрузки M_C , средняя величина ускорения при разгоне будет изменяться. Возникновение чрезмерных значений ускорения может привести к проскальзыванию канатов многоканатной подъемной установки со всеми вытекающими нежелательными последствиями, созданию недопустимых динамических нагрузок на элементы подъемной установки (канаты, зубья редуктора, шпонки коренного вала и др.).

Распространенная в настоящее время система автоматического разгона подъемной установки с асинхронным приводом и роторным сопротивлением основывается на установке определенных временных интервалов работы двигателя на каждой ступени роторного сопротивления, рассчитанных на подъем номинального груза. В реальных условиях значения транспортируемого груза может изменяться в пределах от нуля до $1.5M_{\text{CH}}$ на скиповых и от $1.2M_{\text{CH}}$ до $+1.2M_{\text{CH}}$ и того больше на клетевых подъемных установках. Это не позволяет контролировать среднюю величину ускорения при таком принципе управления разгоном. Контроль ускорения на участке разгона, впрочем как и на участке замедления, весьма важен, особенно на многоканатных подъемных установках. Поэтому более эффективной следует считать автоматизацию разгона в функции ускорения и тока.

Общий вид предлагаемой структурной схемы системы автоматизации разгона в функции ускорения и тока приведен на рис.2. В схеме приняты следующие обозначения: ДТ – датчик тока статора двигателя, ДС – датчик скорости подъемной машины, ДУ – датчик ускорения, УСТ – узел сравнения токов, УСУ – узел сравнения ускорений, ГТИ – генератор тактовых импульсов, ИТ – импульсный трансформатор, БТ – блок тиристоров, КЗ – короткозамыкатель, КС – контакторная станция, ИЛИ – логический элемент, I, I_3 – соответственно текущий и заданный ток, a и a_3 – текущее и заданное ускорение.

Структурная схема предусматривает использование контакторной станции, состоящей из двух групп контакторов. В одной группе собраны нечетные контакторы (1У, 3У, 5У, 7У), а в другой группе собраны четные контакторы (2У, 4У, 6У, 8У). Каждая из этих групп управляется одним тиристором.

В схеме представлены два независимых канала управления: по *току* и *ускорению*. Эти каналы позволяют контролировать соответственно тепловое состояние электродвигателя и среднее значение ускорения в процессе разгона подъемной установки.

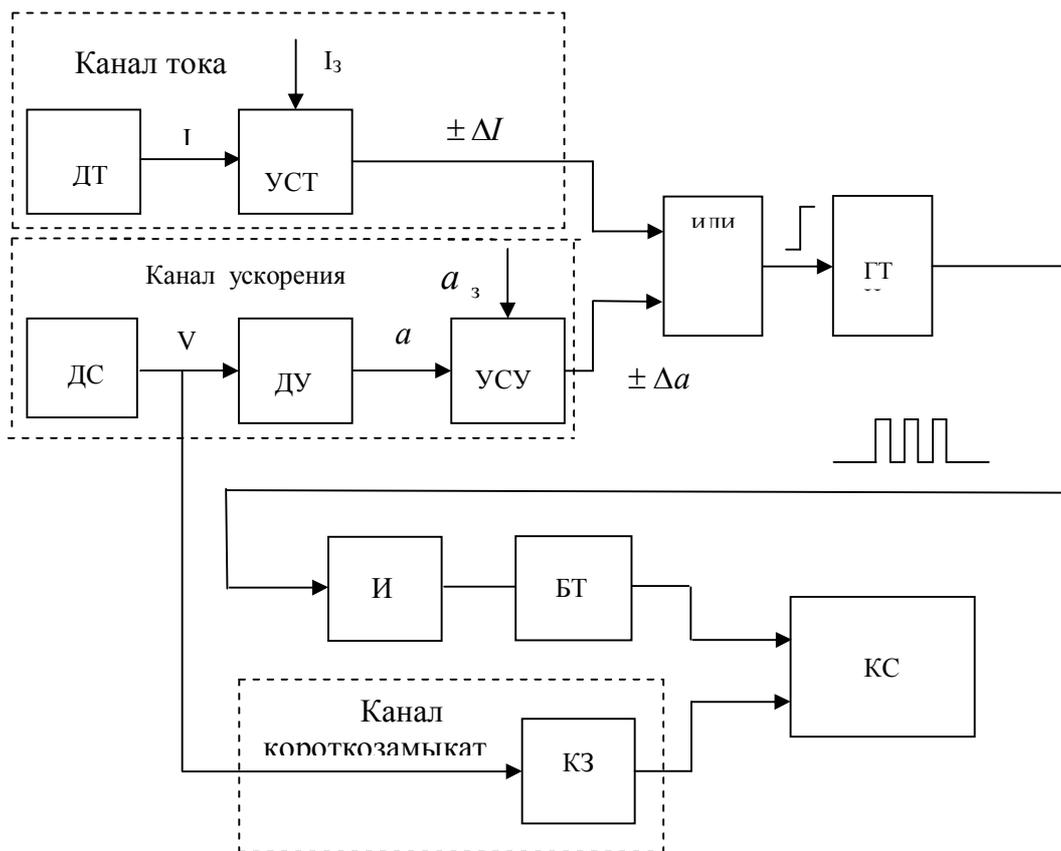


Рисунок 2 – Структурная схема системы управления разгоном

Канал тока состоит из датчика тока статора приводного двигателя ДТ, узла сравнения токов УСТ. Результатом этого сравнения является сигнал $\pm \Delta I$. Этот сигнал поступает на вход логического элемента ИЛИ, который реагирует только на превышение текущего тока статора над заданным значением. То есть на сигнал $+\Delta I$.

Аналогичным образом работает канал ускорения. Аналоговый сигнал от датчика скорости ДС поступает на датчик ускорения ДУ, где он преобразуется в аналоговый сигнал реального ускорения. В узле сравнения ускорений УСУ он сравнивается с заданным ускорением a_3 . Результат сравнения $\pm \Delta a$ подается на второй вход логического элемента ИЛИ, который реагирует только на сигнал $+\Delta a$.

Если текущее значение тока и текущее значение ускорения не превышают свои заданные значения, то на выходе логического элемента присутствует сигнал уровня «0». Наличие превышения текущего значения над заданным хотя бы одного из этих двух параметров приводит к появлению на выходе логического элемента ИЛИ сигнала «1». Выходной сигнал логического элемента воздействует на генератор тактовых импульсов ГТИ. Этот генератор воспроизводит последовательность прямоугольных импульсов. Если на вход генератора тактовых импульсов поступает сигнал уровня «1», то генератор блокируется и генерация импульсов прекращается. При появлении на входе генератора сигнала уровня «0» генерация импульсов возобновляется. Эти импульсы поступают на вход импульсного трансформатора ИТ, который формирует остроугольные управляющие импульсы для блока тиристоров БТ и одновременно представляет собой гальваническую развязку. С помощью тиристоров этого блока включаются контакторы ускорения, расположенные на контакторной станции КС.

Реализация логической части этой системы управления производится на базе микропроцессора (контроллера) в соответствии с разработанным алгоритмом, реализующим описанный процесс управления. Гальваническая развязка выходных цепей контроллера и исполнительных коммутирующих элементов (реле, индикаторов) осуществляется с помощью оптронов.

Блок короткозамыкателя КЗ обеспечивает открывание отдельного тиристора–короткозамыкателя. Он обеспечивает включение последнего контактора в случае достижения скорости близкой к синхронной и работе двигателя на искусственной (мягкой) механической характеристике. Это позволяет сразу, не дожидаясь включения всей последовательности предыдущих контакторов, перевести двигатель на работу по самой жесткой, естественной механической характеристике. Такие меры позволяют исключить чрезмерное увеличение скорости, что опасно для подъемной установки.

Список источников информации:

1. Киричок Ю.Г., Чермалых В.М. Привод шахтных подъемных установок большой мощности. М., «Недра», 1972, с. 336.
2. Белый В.Д., Найденко И.С. Шахтные многоканатные подъемные установки. М., «Недра», 1966.
3. Иванов А.А. Автоматизация шахтных подъемных машин с асинхронным приводом. М., Углетехиздат, 1957.
4. Правицкий Н.К. Рудничные подъемные установки. М., Госгортехиздат, 1963.
5. Бежок В.Р., Калинин В.Г., Коноплянов В.Д., Курченко Е.М. Руководство по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок. 3–е изд. перераб. и доп. – Донецк: Донеччина, 2009. 672с.

УДК 621.31

ПУХАНОВ А.А., к.э.н., ТЯПИН В.К. (КИИ ДонНТУ)

КОНВЕЙЕРЫ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ БАРАБАННЫМ ПРИВОДОМ

Розглянута важливість збільшення довжини стрічкового конвеєра за рахунок встановлення проміжного барабанного приводу в умовах гірничого підприємства.

Прогресс в конвейеростроении движется в направлении увеличения длины конвейера в одном ставе, что позволяет ощутимо сократить затраты и повысить надежность всей конвейерной линии.

Так, например, конвейерные линии угольных шахт характеризуются значительной протяженностью и многозвенностью. На крупнейшей шахте Печорского угольного бассейна «Воргашорской» длина конвейерных линий превышает 30 км.

Конвейерные линии капитальных уклонов этой шахты, длиной до 3 км, состоят из пяти последовательно установленных ленточных конвейеров. Многозвенность конвейерных линий отрицательно сказывается на их надежности. Каскад из пяти последовательно установленных конвейеров обладает коэффициентом готовности 0,75 при коэффициенте готовности отдельного конвейера 0,96–0,98. Этот пример [1] – серьезный повод задуматься над путями усовершенствования ленточных конвейеров.

Решение этой проблемы возможно путем увеличения длины става конвейера с головным барабанным приводом, однако это влечет за собой увеличение прочности, а следовательно и стоимости, конвейерной ленты, увеличение мощности и габаритов приводной станции, что снижает эффективность применения конвейеров. Поэтому длина конвейеров, применяемых на шахтах, обычно не превышает 1000...1500 м.