

# Энергосберегающее устройство плавного пуска и регулирования скорости многодвигательного конвейера на базе ЧРЭП «ЭРАТОН-ФР»

Иванцов В.В.

Конвейерный транспорт находит широкое применение при добыче полезных ископаемых открытым способом. Например, действующий комплекс циклично-поточной технологии (ЦПТ) карьера «Мурунтау» (Узбекистан) предназначен для транспортирования скальных вскрышных пород и состоит из двух конвейерных линий по 5 конвейеров, проект ЦПТ угольного разреза «Бачатский» (г. Белово, Кемеровская область) предполагает использование пяти конвейеров с общей длиной конвейерной линии 5 км, а на разрезе «Березовский» работает почти 60 мощных конвейеров.

На многих мощных конвейерах в качестве приводных электродвигателей применяются высоковольтные асинхронные электродвигатели с фазным ротором. Например, на конвейерной линии ЦПТ угольного разреза «Бачатский» используется 27 высоковольтных асинхронных электродвигателя с фазным ротором (АД ФР) с единичной мощностью 630 кВт, на одном крутонаклонном конвейере комплекса ЦПТ-руда разреза «Мурунтау» предполагается применить девять АД ФР мощностью 630 кВт, все мощные конвейеры разреза «Березовский» также имеют приводные высоковольтные электродвигатели с фазным ротором.

Применение высоковольтных электродвигателей с фазным ротором на мощных конвейерах требует обязательного использования специальной пускорегулирующей аппаратуры, поскольку прямой пуск АД ФР не допускается как по условиям работоспособности электродвигателя, так и по условиям работы конвейера. Пускорегулирующие устройства АД ФР многодвигательного мощного конвейера должны обеспечить выполнение следующих типовых требований:

1. Плавное нарастание момента электродвигателей до начала движения, обеспечивающее выбор люфтов и зазоров в механических передачах и натяжение конвейерной ленты.
2. Плавный безударный пуск конвейера за время от 10 до 60 секунд с сохранением постоянного заданного ускорения в процессе пуска за счет обеспечения постоянного динамического момента электродвигателей (не более 1,3 номинального момента электродвигателя).
3. Выравнивание нагрузки (моментов) электродвигателей после достижения номинальной скорости.
4. Кратковременная (до 10 минут) работа холостого конвейера на пониженной скорости (0,2-0,3 номинальной) для ремонта, навески и замены ленты конвейера.
5. Допустимое число пусков конвейера в час не менее трех.

Перечисленным выше требованиям соответствуют тиристорные устройства плавного пуска (УПП) асинхронных электродвигателей с фазным ротором типа УПТФ производства ОАО «Электропривод». Устройства типа УПТФ устанавливаются в цепь ротора АД ФР и содержат выпрямитель, тиристорный коммутатор и набор пусковых сопротивлений. При использовании УПТФ плавное нарастание момента электродвигателей до пуска конвейера обеспечивается регулированием роторного выпрямителя, а относительно плавный пуск конвейера за заданное время обеспечивается ступенчатым регулированием пусковых сопротивлений тиристорными коммутаторами УПТФ. Выравнивание нагрузки (моментов) электродвигателей после пуска конвейера осуществляется за счет сопротивлений невыключаемых ступеней роторных резисторов. Кратковременная работа конвейера на пониженной скорости также обеспечивается за счет введения пусковых сопротивлений в цепь ротора электродвигателей. Торможение конвейера осуществляется без рекуперации энергии в сеть самовыбегом или механическим тормозом.

Простота, надежность и относительно небольшая цена обеспечили ОАО «Электропривод» более 1000 поставок УПТФ за 30 лет с момента их разработки. Например, при реализации проекта на разрезе «Березовский» ОАО «Электропривод» поставил УПТФ для почти 60 конвейеров, половина из которых многодвигательные, в т.ч. многодвигательный конвейер 4x1600кВт.

Широкое применение УПП типа УПТФ на конвейерах является оправданным, если пуски и остановки конвейера производятся редко и если не требуется регулирование скорости конвейера, поскольку частые пуски и регулирование скорости приводных электродвигателей с фазным ротором с помощью устройств типа УПТФ сопровождаются значительными непроизводительными затратами электроэнергии. Остановимся на этом вопросе более подробно.

При плавном пуске асинхронного электродвигателя с фазным ротором с помощью УПТФ в пусковых роторных сопротивлениях выделяется достаточно большая мощность, которая расходуется на нагрев пусковых сопротивлений. При каждом пуске конвейера с постоянным моментом сопротивления и постоянным ускорением электроэнергия  $\mathcal{E}_n$  (кВт · час), затрачиваемая на нагрев пусковых роторных сопротивлений одного электродвигателя, может быть определена с достаточной для инженерных расчетов точностью по следующему выражению:

$$\mathcal{E}_n = 0,5 \cdot P_n \cdot M_n^* \cdot T_n : 3600, \quad (1)$$

где  $P_n$  – номинальная мощность приводного электродвигателя в кВт;

$M_n^*$  – пусковой момент электродвигателя относительно номинального;

$T_n$  – время пуска электродвигателя до номинальной скорости в секундах.

Согласно выражению (1) при типовом значении пускового момента  $M_n^* = 1,3$  пуск одного приводного электродвигателя груженого конвейера мощностью 630 кВт за 10 секунд с помощью УПТФ сопровождается потреблением электроэнергии, затрачиваемой на нагрев пусковых роторных сопротивлений, равным 1,14 кВт · час. Таким образом, при относительно редких технологических остановках и пусках с помощью УПТФ груженого конвейера происходят относительно небольшие непроизводительные затраты электроэнергии.

Более существенным недостатком устройств типа УПТФ является потеря электроэнергии в пусковых роторных сопротивлениях при работе конвейера на пониженной скорости. Величину электроэнергии, затрачиваемой на нагрев пусковых роторных сопротивлений одного УПТФ при работе конвейера на пониженной скорости  $\mathcal{E}_{nc}$  (кВт · час), можно с достаточной для инженерных расчетов точностью определить по следующему выражению:

$$\mathcal{E}_{nc} = P_n \cdot M^* \cdot (1 - n^*) \cdot T_{nc}, \quad (2)$$

где  $P_n$  – номинальная мощность приводного электродвигателя;

$M^*$  – момент электродвигателя при пониженной скорости относительно номинального;

$n^*$  – скорость конвейера относительно номинальной;

$T_{nc}$  – время работы электродвигателя на пониженной скорости в часах.

Например, при работе холостого конвейера с  $M^* = 0,15$  на пониженной скорости  $n^* = 0,2$  при выполнении ремонтных работ по навеске и замене 200 метров ленты конвейера в течение в течение 0,1 часа на нагрев пусковых сопротивлений одного УПТФ, управляющего электродвигателем мощностью 630 кВт, будет затрачена относительно небольшая электроэнергия, равная 7,6 кВт · час. Однако из-за весьма высокой мощности, выделяемой в пусковых сопротивлениях УПТФ, приводящей к их перегреву, приходится ограничивать время работы конвейера на пониженной скорости. Это приводит к увеличению продолжительности ремонтных работ и времени простоя конвейера, что является определенным недостатком конвейеров с УПП типа УПТФ. При относительно редких ремонтах конвейера с заменой ленты этот недостаток также не может быть признан существенным.

Совершенно иная картина возникает при необходимости длительной работы нагруженного конвейера на пониженной скорости. При снижении скорости нагруженного конвейера с помощью УПП типа УПТФ на непроизводительный нагрев пусковых роторных сопротивлений затрачивается значительная электроэнергия, сопоставимая с электроэнергией, затрачиваемой на

совершение полезной работы по транспортировке груза. Например, при  $M^* = 0,9$  снижение скорости конвейера до  $n^* = 0,5$  согласно (2) сопровождается непроизводительными затратами электроэнергии на нагрев пусковых сопротивлений одного УПТФ, управляющего двигателем мощностью 630 кВт, равными 283 кВт · час. Мощность вала электродвигателя, затрачиваемая на выполнение полезной работы в этом режиме, также равна 283 кВт.

Существенная мощность, выделяемая в пусковых сопротивлениях УПТФ при пониженной скорости конвейера, практически исключает возможность значительного снижения скорости груженого конвейера с помощью данных пускорегулирующих устройств. Несмотря на этот недостаток, УПТФ широко используются на мощных многодвигательных конвейерах, поскольку в отечественной практике и практике ряда стран СНГ не применяется регулирование скорости карьерных конвейеров. Соответствует ли такая практика требованиям энергосбережения и повышения энергоэффективности горнодобывающей отрасли? Попробуем разобраться в этом вопросе на основе интернет-публикаций.

1. Согласно совместной интернет-публикации немецких и польских специалистов (ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ С РЕГУЛИРУЕМОЙ СКОРОСТЬЮ/ Диплом инженер Михэль Заклика БСС БАРТЕК Завод Менден/Германия, Магистр инженер Мечислав Колек CARBO-BARTEC S.z o.o./ Польша, Магистр инженер Станислав Тытко KWK «ANNA»/Польша. Перевод: к.т.н. В. Кучерявенко /СИС, Минск, Беларусь.- Первоисточник материала: <http://www.bartec-sst.ru/images/work/Media/for-conveyance.pdf>) преимущества регулирования скорости конвейера очевидны на главных транспортных путях шахты, когда от лав отбивается порода большой концентрации и переменной концентрации.

Регулирование скорости ленты конвейера в зависимости от находящегося на ней веса позволяет:

- значительно экономить энергию;
- понизить износ механической части конвейера;
- увеличить срок работы механического оборудования;
- снизить эксплуатационные и инвестиционные расходы.

Если ленточные конвейеры эксплуатируются не на полную мощность, существует необходимость уменьшения скорости ленты конвейера до такой степени, которая обеспечивает получение нужной работоспособности конвейера при номинальной единичной загрузке породы.

Уменьшение скорости ленты конвейера с неполной загрузкой обеспечивает значительное уменьшение:

- количества оборотов ленты;
- цельных опор движения конвейера;
- необходимости раздробления породы в местах пересыпки;
- износа механических частей конвейера – барабанов, элементов вращения, сцеплений и ленты.

На шахте WESTFALEN в Германии проводились эксплуатационные исследования многодвигательного конвейера с регулированием скорости для стабилизации единичной загрузки ленты. Результаты эксплуатационных исследований показали, что в натуральных условиях эксплуатации конвейера с четырьмя электродвигателями суммарной мощностью 320 кВт и стабилизацией единичной загрузки ленты скорость ленты конвейера была значительно ниже номинальной скорости  $V_n$ . Со скоростью в отрезке от 0 до  $0,25 V_n$  конвейер работал 47,6% всего времени работы, со скоростью  $0,25-0,65 V_n$  – 42,3% всего времени работы, а со скоростью  $0,65-1,0 V_n$  – 10,1% всего времени работы.

На предприятии KWK ANNA в Польше эксплуатационные исследования многодвигательного шахтного конвейера с регулированием скорости для стабилизации единичной загрузки ленты показали следующие результаты:

- при скорости от 0 до  $0,4 V_n$  конвейер работал 53,3% времени;
- при скорости от  $0,4$  до  $0,6 V_n$  конвейер работал 38,3% времени;
- при скорости от  $0,6$  до  $0,8 V_n$  конвейер работал 7,1% времени;
- при скорости от  $0,8$  до  $1,0 V_n$  конвейер работал 1,3% времени.

Значительное уменьшение скорости конвейера для сохранения постоянной единичной загрузки ленты породой привело к уменьшению степени износа ленты и степени износа всех механических элементов привода.

На предприятии KWK ANNA в Польше в течение трех лет эксплуатации конвейера с регулируемой скоростью и стабилизацией единичной загрузки ленты периодически проводились измерения толщины ленты, верхней и нижней окладки с целью установления эмпирической зависимости между данными параметрами и жизнестойкостью ленты. На конвейере использовалась однополосная лента типа PVG 1250/1. Гарантийный срок безаварийной работы ленты составляет 36 месяцев. Начальная толщина ленты составляла  $13 \pm 1,5$  мм. Толщина верхней и нижней окладок ленты по каталогу составляет соответственно  $3 (+1 - 0,5)$  мм и  $2 (+1 - 0,5)$  мм. Измерения параметров ленты после трех лет эксплуатации дали следующие результаты:

1. Толщина ленты уменьшилась не более чем на 0,8 мм.
2. Толщина верхней окладки ленты составила 3 мм, а нижней – 2 мм.
3. За три года эксплуатации конвейера не произошло ни одного разрыва ленты.
4. После трех лет эксплуатации на ленте не было разрывов и разломов, из-за которых могла бы потребоваться замена ленты.
5. Количество оборотов ленты уменьшилось в два раза из-за снижения скорости конвейера, что привело к снижению в два раза случаев перелома ленты на приводных и обратных барабанах.

Состояние ленты после трех лет эксплуатации позволило сделать заключение о возможности эксплуатации ленты в течение нескольких лет после окончания гарантийного срока безаварийной работы. По мнению авторов публикации, срок использования ленты конвейера за счет регулирования скорости возрастает на 50% относительно гарантийного срока безаварийной работы. Это дает существенный экономический эффект.

Анализ работы механической части привода конвейера в течение трех лет показал:

1. Не было повреждений барабанов и сцеплений конвейера.
2. На конвейере с регулируемой скоростью было заменено 43,8% вращательных элементов против 71,8% вращательных элементов аналогичного конвейера с нерегулируемой скоростью ленты.
3. Была значительно повышена дееспособность конвейера.

Регулирование скорости конвейера позволило экономить электроэнергию, потребляемую электродвигателями. Экономия электроэнергии регулируемого конвейера по сравнению с нерегулируемым конвейером в расчете на одну тонну перевезенной породы составила 39%.

При регулировании скорости ленточного конвейера за счет частотно-регулируемого электропривода был достигнут следующий технический эффект:

- высокая работоспособность конвейера с частотным преобразователем (97,5%),
- выравнивание моментов приводных двигателей конвейера с питанием от частотных преобразователей,
- меньшее раздробление породы на местах пересыпки,
- простота автоматизации и работа без привлечения персонала,
- устранение избыточных моментов и волнений тока в двигателе
- минимизация динамичных нагрузок во всем приводном устройстве машины, а также во время начала движения и самого движения,
- уменьшение количества выделяемого приводом тепла,
- упрощение систем управления,
- большая гибкость в движении, возможность быстрых изменений алгоритмов управления машин и технологических процессов,
- полная информация о прохождении технологического процесса и работы всех машин в отдельности при использовании режима трансмиссии данных,
- простота локализации места и причин аварии привода,
- хорошее предохранение электрических двигателей приводов от возможных перегрузок и повреждений,
- оптимальное использование машин и их приводов,
- возврат энергии торможения в сеть во время остановки конвейера или в случае конвейера, транспортирующего породу после остановки, при сохранении высокого показателя мощности и действия,

- уменьшение износа обложек тормозов конвейера, особенно при транспортировке породы после остановки,
- рост производительности конвейера на 20% (без инвестиций) благодаря возможности питания двигателей конвейера напряжением с частотой до 60Гц с помощью частотного преобразователя.

В результате проведенных на предприятии KWK ANNA исследований эксплуатации и потребления электрической энергии, износа ленты и вращательных элементов в конвейере с регулированием скорости частотными преобразователями было установлено, что степень их износа значительно меньше, чем в обычном случае нерегулируемого конвейера. Это, в свою очередь, означает значительное уменьшение эксплуатационных расходов конвейера с регулируемой скоростью.

2. Согласно публикации специалистов Республики Беларусь (РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД КОНВЕЙЕРОВ – ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ/ В. Ф. Кучерявенко, к. т. н., зав. сектором автоматизированного электроривода, А. А. Семченко, старший научный сотрудник, ОАО «Белгорхимпром», г. Минск, Республика Беларусь.- Первоисточник материала в интернете: <http://www.passatLtd.org/articles/>) конвейерный транспорт горнодобывающих предприятий Республики Беларусь потребляет на 1 км длины конвейера около 1 млн. кВт.час электроэнергии в год при реально достижимом потреблении около 0,3 миллионов кВт.час, т.е. около 70% потребляемой конвейерами энергии расходуется на износ оборудования. Регулирование скорости конвейеров позволяет устранить этот недостаток и обеспечить существенную экономию электроэнергии. Другие преимущества регулируемых конвейеров: меньший износ ленты и ее соединений, сокращение износа механической частей оборудования, повышение готовности конвейеров, снижение шума при работе подтверждают необходимость их широкого внедрения.

Материалы рассмотренных выше двух публикаций однозначно свидетельствуют о высокой эффективности регулирования скорости мощных конвейеров. Однако практическое использование регулирования скорости мощных многодвигательных конвейеров возможно на базе относительно недорогих и надежных устройств плавного пуска и регулирования скорости асинхронных электродвигателей с фазным ротором, лишенных недостатков устройств типа УПТФ. Такое устройство разработано специалистами ЗАО «ЭРАСИБ» на базе частотно-регулируемого электропривода (ЧРЭП) по цепи ротора АД ФР с преобразователями частоты типа «ЭРАТОН-ФР».

Преобразователь частоты типа «ЭРАТОН-ФР» устанавливается между цепью ротора и высоковольтной сетью, питающей статор каждого АД ФР, как показано на рис. 1 для двухдвигательного конвейера.

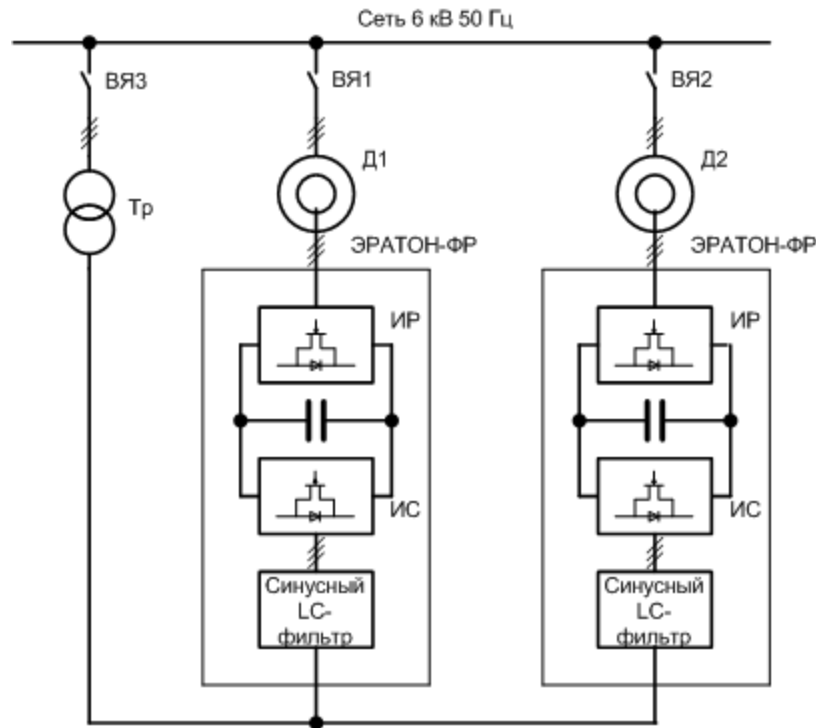


Рис. 1. Структурная схема ПРУ двухдвигательного конвейера на базе «ЭРАТОН-ФР».

Согласно рис. 1 пускорегулирующее устройство (ПРУ) каждого АД ФР на базе «ЭРАТОН-ФР» представляет собой последовательное соединение двух транзисторных инверторов напряжения (роторного – ИР и сетевого – ИС) с накопительным конденсатором в промежуточном звене постоянного тока. Роторный и сетевой инверторы напряжения управляются по закону синусоидальной широтно-импульсной модуляции и обеспечивают плавный пуск и регулирование скорости электродвигателей за счет обмена энергией между ротором каждого электродвигателя и высоковольтной питающей сетью без потерь мощности в пусковых роторных сопротивлениях. Для электромагнитной совместимости сетевого инвертора с питающей сетью в преобразователе «ЭРАТОН-ФР» использован «синусный» LC-фильтр, который не пропускает высокочастотные составляющие напряжения сетевого инвертора в питающую сеть.

Роторный инвертор преобразователя «ЭРАТОН-ФР» обеспечивает плавное нарастание момента электродвигателя до пуска и плавное бесступенчатое увеличение скорости электродвигателя в процессе разгона за счет векторного управления моментом электродвигателя с сохранением постоянного заданного динамического момента (постоянного ускорения) в процессе всего пуска. Темп разгона программируется. В процессе разгона конвейера роторные инверторы многодвигательного электропривода обеспечивают выравнивание моментов (токов роторов) электродвигателей. После окончания разгона конвейера роторные инверторы обеспечивают стабилизацию скорости конвейера и выравнивание нагрузки электродвигателей. Стабилизация номинальной скорости конвейера с ЧРЭП «ЭРАТОН-ФР» обеспечивается с точностью 1%, а выравнивание токов роторов с точностью 5%.

Сетевой инвертор преобразователя «ЭРАТОН-ФР» возвращает мощность скольжения двигателя в питающую сеть 6 кВ 50 Гц через согласующий трансформатор без потерь мощности в пусковых резисторах, что обеспечивает экономию электроэнергии при пусках и позволяет регулировать скорость конвейера в широких пределах без потерь мощности в пускорегулирующих устройствах электропривода.

При пуске конвейера по мере разгона электродвигателей мощность скольжения роторов уменьшается, и нагрузка сетевых инверторов снижается. К концу разгона электродвигателя сетевой инвертор преобразователя «ЭРАТОН-ФР» практически не нагружен активной мощностью скольжения АД ФР. По мере разгона конвейера и снижения мощности скольжения сетевые инверторы переводятся в режим генерации в сеть реактивной мощности, т.е. пускорегулирующее устройство переводится в режим компенсатора реактивной мощности.

Компенсация реактивной мощности обеспечивает разгрузку сети от реактивных токов и не требует затрат на установку дополнительных компенсаторов реактивной мощности.

Преобразователи частоты «ЭРАТОН-ФР» обеспечивают режим рекуперативного торможения электродвигателей с фазным ротором. За счет этого ПРУ с преобразователями частоты «ЭРАТОН-ФР» обеспечивает режим торможения конвейера с рекуперацией энергии движущихся масс в питающую сеть, что также повышает энергоэффективность конвейера.

ПРУ с преобразователями частоты «ЭРАТОН-ФР» обеспечивает работу конвейера на пониженной скорости 0,2–0,3 номинальной для ремонта, навески и замены ленты конвейера без ограничения продолжительности данного режима. При этом мощность скольжения возвращается в питающую сеть без потерь в роторных резисторах.

ПРУ с преобразователями частоты «ЭРАТОН-ФР» обеспечивает неограниченное число пусков конвейера, поскольку не содержит никаких нагреваемых элементов.

ПРУ на базе ЧРЭП «ЭРАТОН-ФР» позволяет регулировать скорость конвейера в широких пределах без потерь мощности в цепях ротора электродвигателей, что обеспечивает энергоэффективность конвейера и существенное сокращение эксплуатационных затрат.

Преобразователи частоты «ЭРАТОН-ФР» позволяют разогнать электродвигатели конвейера до скорости выше синхронной, если номинальный момент электродвигателей превышает момент сопротивления на сверхсинхронной скорости, т.е. если есть запас по моменту электродвигателей на сверхсинхронной скорости. Это обеспечит рост производительности конвейера без дополнительных инвестиций.

Перечисленные выше достоинства пускорегулирующих устройств электродвигателей с фазным ротором на базе ЧРЭП «ЭРАТОН-ФР» делают перспективным использование данных ПРУ на многодвигательных конвейерах при условии приемлемой цены и малых сроков окупаемости первоначальных затрат. Рассмотрим вопросы ценообразования и окупаемости инвестиций в ПРУ многодвигательного конвейера с преобразователями частоты «ЭРАТОН-ФР». Для наглядности рассмотрим конкретный пример пускорегулирующего устройства для двухдвигательного конвейера (рис. 1) с электродвигателями типа АКЗ 13-62-8У2, которые предполагается использовать на крутонаклонном конвейере разреза «Мурунтау». Электродвигатель АКЗ 13-62-8У2 имеет следующие паспортные параметры: номинальная мощность – 630 кВт; напряжение питания – 6000 В; частота вращения – 750 об/мин; номинальные токи статора – 74,5А; ротора – 455А; напряжение в роторе при пуске – 865 В; КПД 93,5%; коэффициент мощности 0,85; потребляемая реактивная мощность – 416 кВА.

Ориентировочная стоимость ПРУ типа УПТФ для двухдвигательного нерегулируемого конвейера с электродвигателями типа АКЗ 13-62-8У2 составляет сумму порядка 2400 тыс. руб. без учета НДС. Для компенсации реактивной мощности двух электродвигателей потребуется конденсаторная установка ориентировочной стоимостью 150 тыс. руб. без учета НДС. Суммарная стоимость ПРУ с учетом компенсатора реактивной мощности составит сумму порядка 2550 тыс. руб. без учета НДС. При регулировании скорости двухдвигательного конвейера с помощью ПРУ типа УПТФ для стабилизации единичной загрузки ленты в соответствии с графиком, полученным на предприятии KWK ANNA в Польше в результате эксплуатационных исследований многодвигательного конвейера (см. выше), ежегодные непроизводительные затраты электроэнергии согласно (2) составят величину порядка 3540 тыс. кВт · час при годовой продолжительности работы конвейера 5700 часов. При ориентировочной стоимости 2 рубля за 1 кВт · час электроэнергии стоимость непроизводительно потребленной электроэнергии устройствами УПТФ составит сумму порядка семи миллионов рублей. Такие затраты делают не целесообразным использование ПРУ типа УПТФ для регулирования скорости конвейера.

Стоимость ПРУ для этого же конвейера на базе ЧРЭП типа «ЭРАТОН-ФР» с «сухим» трансформатором мощностью 1000 кВА составляет сумму порядка 5250 тыс. руб. без учета НДС. Превышение стоимости «ЭРАТОН-ФР» над УПТФ для двухдвигательного конвейера составит сумму порядка 2700 тыс. руб. без учета НДС. Однако ПРУ на базе «ЭРАТОН-ФР» обеспечит экономию электроэнергии при частых пусках конвейера, позволит возвращать энергию движущихся масс конвейера в питающую сеть при частых торможениях, а также обеспечит значительную экономию электроэнергии при регулировании скорости конвейера для стабилизации единичной загрузки ленты. Например, при регулировании скорости конвейера по

графику предприятия KWK ANNA в Польше разница в стоимости «ЭРАТОН-ФР» и УПТФ окупится менее чем за полгода.

ЧРЭП типа «ЭРАТОН-ФР» позволяет создавать ПРУ конвейеров с любым количеством приводных электродвигателей. В качестве примера приведем схему силовых цепей ПРУ крутонаклонного конвейера комплекса ЦПТ-Руда карьера «Мурунтау», укомплектованного девятью электродвигателями с фазным ротором типа АКЗ 13-62-8У2 (рис. 2). ПРУ состоит из привода грузонесущей ленты (шесть электродвигателей), привода прижимной ленты (два электродвигателя) и привода складского конвейера (один электродвигатель). Каждый приводной электродвигатель управляется роторным преобразователем частоты типа «ЭРАТОН-ФР».

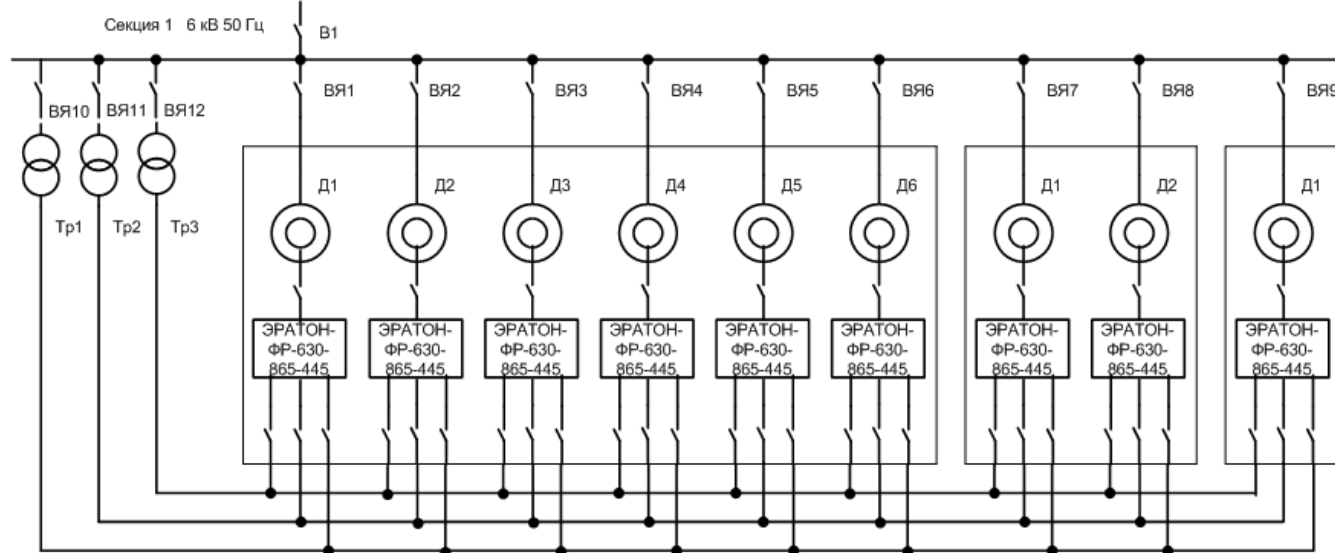


Рис. 2. Структурная схема ПРУ крутонаклонного конвейера карьера «Мурунтау»

Таким образом, разработка энергосберегающего электропривода для электродвигателей с фазным ротором типа «ЭРАТОН-ФР» открывает перспективы энергоэффективного регулирования скорости многодвигательных конвейеров при добыче полезных ископаемых открытым способом.