

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

одноковшовых экскаваторов

Шодиев Окилжон Абурашитович

ст. преподаватель Алмалыкского филиала ТГТУ

Shodiyevogiljon2@gmail.com

Аннотация

В данной статье рассматриваются функциональные схемы систем электроприводов одноковшовых экскаваторов. Описаны основные компоненты системы управления, а также методы преобразования энергии, используемые в экскаваторах. Подробно анализируются схемы управления для различных операций экскаватора, таких как подъем, тяга и поворот платформы. В заключении подчеркивается важность понимания данных схем для оптимизации работы экскаваторов.

Ключевые слова: Электроприводы, одноковшовые экскаваторы, системы управления, преобразование энергии, механическое оборудование.

Введение

Производительность одноковшового экскаватора в значительной степени зависит от качества управления его рабочим циклом, который включает в себя операции копания, переноса груженого ковша, разгрузки и переноса порожнего ковша. Эти операции осуществляются с помощью электроприводов, которые можно разделить на главные: электроприводы подъема, напора ковша и поворота платформы.

Производительность экскаватора зависит от качества управления рабочим циклом, состоящим из операций копания, переноса грузенного ковша в точку разгрузки, разгрузки и переноса порожнего ковша в забой к точке начала копания. Эти операции осуществляются при помощи электроприводов подъема, напора ковша и поворота платформы для экскаваторов с оборудованием механической лопаты и электроприводов подъема, тяги ковша и поворота платформы для экскаваторов с оборудованием драглайна. Указанные электроприводы приняты называть главными.

Основу любой системы автоматического управления режимом работы одноковшового экскаватора составляют локальные системы автоматического управления отдельными технологическими операциями. Электропривод рабочего органа экскаватора представляет собой электромеханическое устройство, приводящее в движение рабочий орган. В системе управления рабочего органа выделяют:

- систему автоматического управления частотой вращения электродвигателя, включающую задающее устройство, регуляторы и датчики выходных координат;

- преобразователь напряжения для питания электродвигателей;
- приводные электродвигатели с устройством возбуждения;
- механическое оборудование.

Перемещение ковша в плоскости стрелы у экскаватора - драглайна выполняют электроприводы подъема и тяги, у экскаватора - лопаты - приводы подъема и напора, функциональная схема которых приведена на рис. 1.

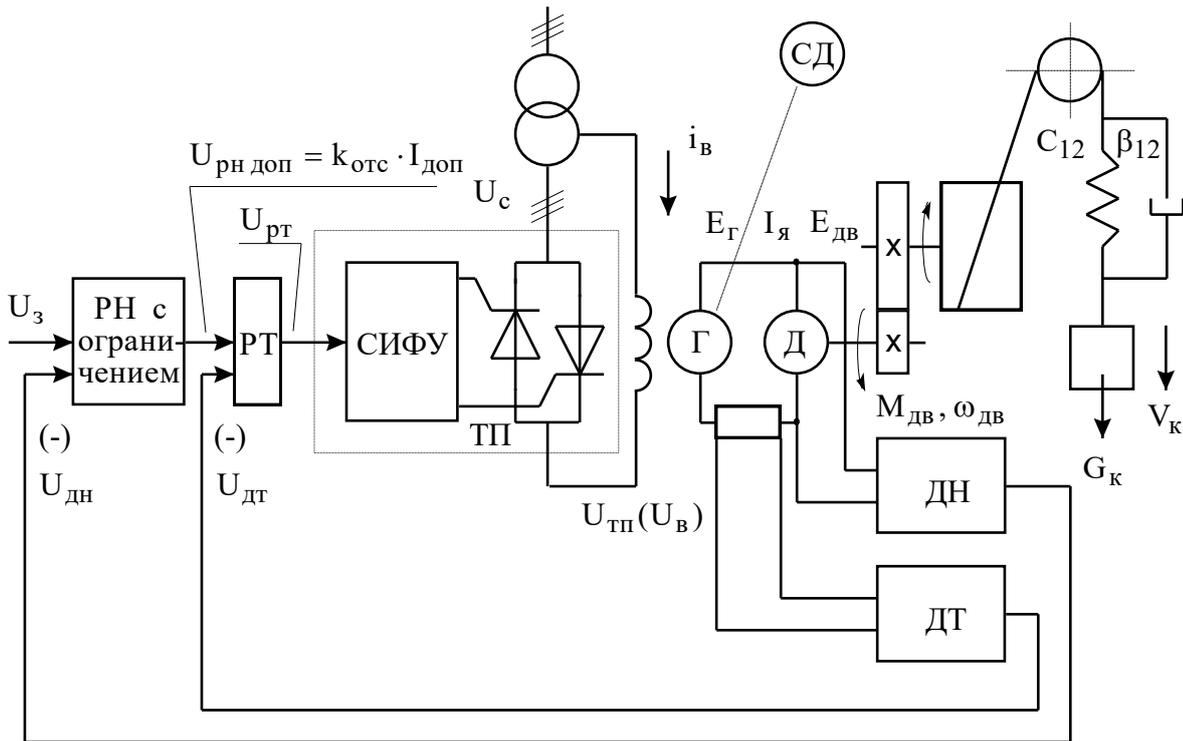


Рис. 1. Функциональная схема электропривода подъема (тяги) или напора ковша экскаватора

Вращательное движение платформы обеспечивает привод поворота, функциональная схема которого представлена на рис. 2.

Преобразование энергии переменного тока сети в механическую производится в экскаваторных электроприводах на сегодняшний день практически

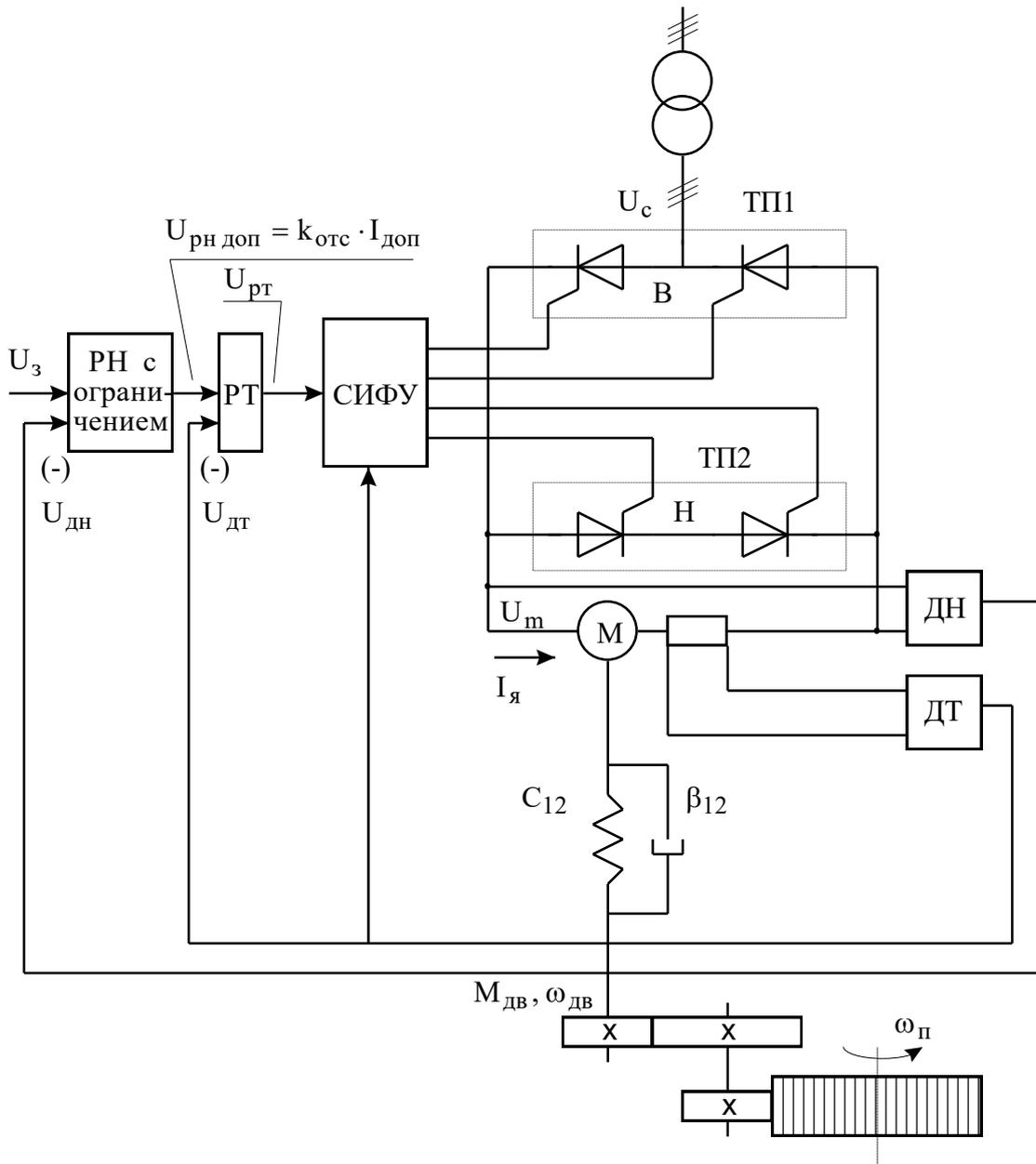


Рис. 1. Функциональная схема электропривода поворота

Первая схема (рис. 1) включает генератор и приводной двигатель (система Г - Д). В этой системе электрическая мощность сети преобразуется синхронным двигателем (СД) в механическую и далее электрическую мощность генератора (Г), имеющего общий вал с синхронным двигателем. Электрический двигатель (Д),

совместно с устройством питания обмотки возбуждения (на схеме отсутствует), преобразует электрическую энергию генератора в механическую, приводящую в движение ковш.

Вторая схема (рис. 2) включает двухкомплектный тиристорный преобразователь и двигатель (ТП - Д) и характеризуется непосредственным преобразованием электрической энергии сети переменного тока в энергию постоянного тока, питающую электрический двигатель.

Следует отметить, что электропривод по систем Г - Д применяется для привода поворота платформы экскаватора, и наоборот, привод по системе ТП - Д применяется для приводов капающих механизмов экскаватора.

Механическое оборудование электропривода осуществляет передачу движущего момента к рабочему органу, преобразуя в необходимых случаях вращательное движение в поступательное со скоростью V . При этом обеспечиваются требуемые характеристики движения рабочего органа (линейная скорость каната V_k , частота вращения поворотной платформы ω_{Π}).

Регулирование выходных координат электропривода в соответствии с сигналом задания U_3 , поступающим с выхода сельсинного командоаппарата, обрабатывается системой управления. Системы управления современных экскаваторов выполнены по структуре подчиненного регулирования выходных координат электропривода. Управляемой величиной является скорость перемещения ковша или частота вращения поворотной платформы. Регулятор напряжения (РН) выполнен как звено с ограничением. Ограничение выходного напряжения РН обеспечивает ограничение тока якоря двигателя Д и, следовательно, ограничение момента двигателя. Пропорциональность значений выходного сигнала регулятора тока (РТ) и тока якоря обусловлена наличием жесткой отрицательной обратной связи с выхода датчика тока ДТ на вход РТ.

В связи с тем, что система Г-Д не вполне отвечает требованиям предъявляемым к экскаваторам в отношении быстродействия и массогабаритных показателей, в настоящее время ведутся работы по созданию новых электроприводов, например, частотно-регулируемых. Пример такого электропривода приведен на рис. 3.

Питание главных электроприводов осуществляется от одного трансформатора через общий неуправляемый выпрямитель UZ_1 и С-фильтр, чем достигается существенное снижение влияния электропривода на питающую сеть, и влияние нарушений в питающей сети на работу электроприводов. От общего источника постоянного напряжения получают питание 4 автономных инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией, от которых питаются асинхронные короткозамкнутые двигатели главных электроприводов.

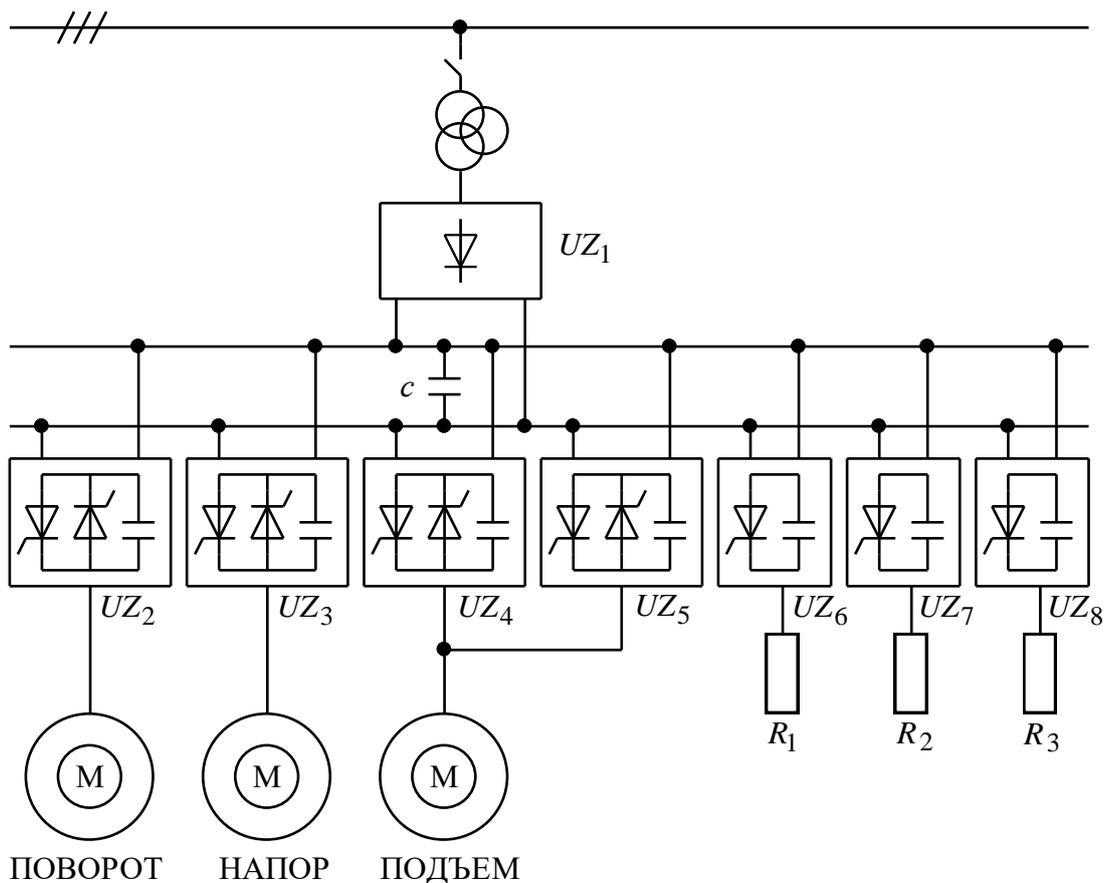


Рис. 3

Рекуперация энергии торможения в сеть в указанной системе электропривода невозможна. При торможении одного из приводов энергия поступает в конденсатор и затем используется для питания других электроприводов, работающих в двигательном режиме. При избытке энергии торможения, например, при опускании ковша, открываются регуляторы $UZ_6 - UZ_8$ и энергия торможения расходуется на нагрев сопротивлений (для ее рассеивания приходится устанавливать значительные по объему сопротивления). Это обстоятельство составляет существенный недостаток схемы.

Системы автоматического управления операциями

рабочего цикла одноковшового экскаватора

В настоящее время существует большое число систем предназначенных для автоматического и автоматизированного управления отдельными операциями рабочего цикла одноковшового экскаватора. По выполняемым функциям они подразделяются на системы автоматизации процесса копания, системы автоматического перемещения ковша экскаватора в пространстве, автоматические системы защиты рабочего оборудования экскаватора. При разработке таких систем необходимо учитывать интенсивный повторно - кратковременный режим работы электроприводов, наличие упругих связей между элементами механизма, наличие зазоров и кинематических погрешностей передач. Создание таких систем не преследует цели отстранения оператора от управления технологическим процессом, а лишь позволяет освободить его от выполнения отдельных операций. Очень важно, чтобы оператор без потери времени в любой момент мог переходить с ручного управления на автоматическое и наоборот.

Система автоматического управления процессом копания

Система автоматического управления процессом копания одноковшового экскаватора использует принцип регулирования усилия на режущей кромке ковша.

Установлено, что процесс копания протекает оптимально, если усилие в канатах привода тяги ковша драглайна или в канатах привода подъема ковша карьерного экскаватора находится в точке отсечки (точка А рис. 4).

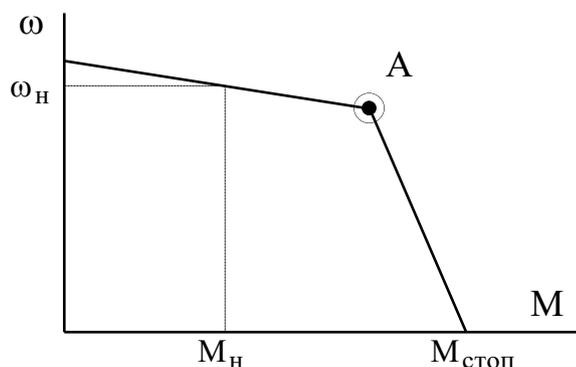


Рис. 4

Обычно усилие (момент) отсечки составляет до 85% стопорного значения. Если усилие меньше указанного, длительность операции копания увеличивается за счет уменьшения толщины срезаемой стружки, а если усилие превышает значение в точки отсечки, то длительность копания увеличивается за счет уменьшения скорости перемещения ковша.

На рис. 5 приведена функциональная схема системы автоматического управления процессом копания одноковшового экскаватора. Принцип работы системы состоит в автоматической стабилизации усилия в подъемных канатах. Регулирование усилия осуществляется механизмом напора рукояти. В связи со сложностью измерения усилия в подъемных канатах управление осуществляется в функции тока якорной цепи привода подъема ковша $I_{я}$, что возможно вследствие пропорциональности $I_{я} \equiv F_{п}$. Система работает таким образом, что при превышении током цепи якоря значения отсечки включается в работу дополнительный контур, состоящий из нелинейного элемента (НЭ) и

корректирующего устройства. Нелинейный элемент представляет собой типовое звено «зона нечувствительности». Напряжение на выходе нелинейного элемента появляется при выполнении условия $I_{я} \geq I_{отс}$.

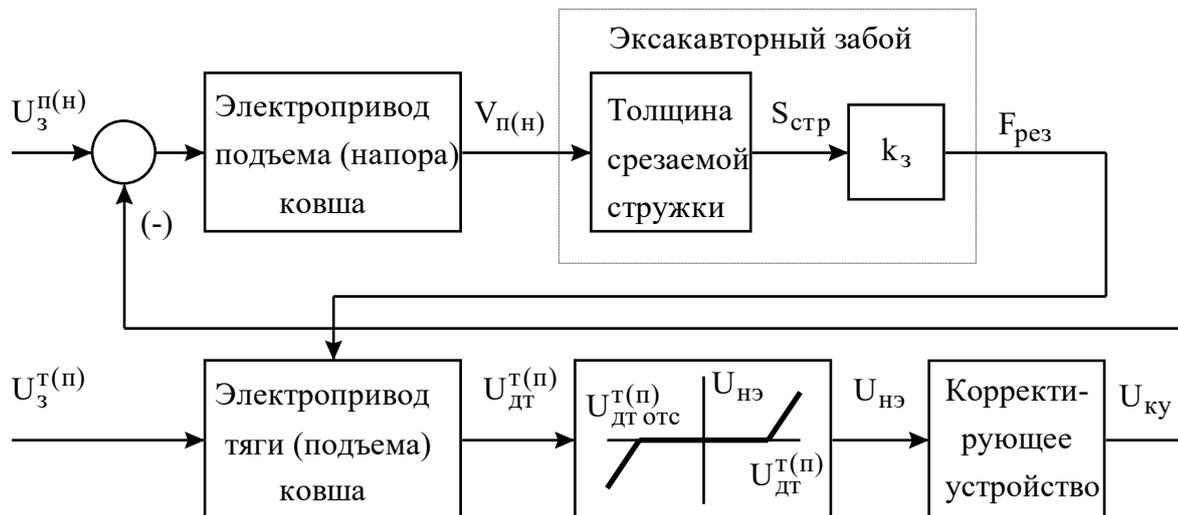


Рис. 5. Функциональная схема автоматического управления процессом копания грунта одноковшовым экскаватором: $U_3^{п(н)}$ – напряжение задания подъема (напора); $U_3^{т(п)}$ – напряжение задания тяги (подъема); $V_{п(н)}$ – скорость подъема (напора); $S_{стр}$ – толщина срезаемой стружки; $F_{рез}$ – усилие сопротивление резанию; $U_{дт}^{т(п)}$ – сигнал на выходе датчика тока якорной цепи привода тяги (подъема) ковша; k_3 – коэффициент передачи звена «забой»; $U_{нэ}$ – сигнал на выходе нелинейного элемента; $U_{ку}$ – сигнал на выходе корректирующего устройства.

Автоматические системы защиты рабочего оборудования

В современных системах управления экскаваторными электроприводами применяются различные автоматические системы защиты рабочего оборудования, такие как, например:

- Система автоматического управления процессом выбора слабины подъемного каната;

- Система автоматического управления процессом подъема при попадании ковша драглайна в зону растяжки. В процессе подъема ковша экскаватора драглайна возможно попадание ковша в запрещенную область, называемую зоной растяжки. В зоне растяжки составляющие силы тяжести ковша в подъемном и тяговом канатах превышают допустимые значения, равные усилию отсечки. При одновременном уменьшении длины подъемного и тягового каната в зоне растяжки возможен удар ковшом по стреле;

- Система защиты стрелы карьерного экскаватора от удара ковшом;

- Система защиты ходовой тележки карьерного экскаватора от удара ковшом;

- Система выравнивания нагрузок в силовых модулях привода поворота.

Система автоматического управления процессом

выбора слабины подъемного каната

Эта система предназначена для поддержания заданного натяжения $F_{п\ min}$ в подъемных канатах экскаватора - драглайна, чтобы не допустить образование слабины (провисания каната). Расчетами установлено, что нагрузки, возникающие во время рывка, вызванного выбором напуска подъемного каната на номинальной скорости приводом подъема в момент отрыва груженого ковша, могут привести к серьезным авариям в рабочем оборудовании экскаватора.

Функциональная схема системы автоматического управления процессом выбора слабины подъемного каната приведена на рис. 6.

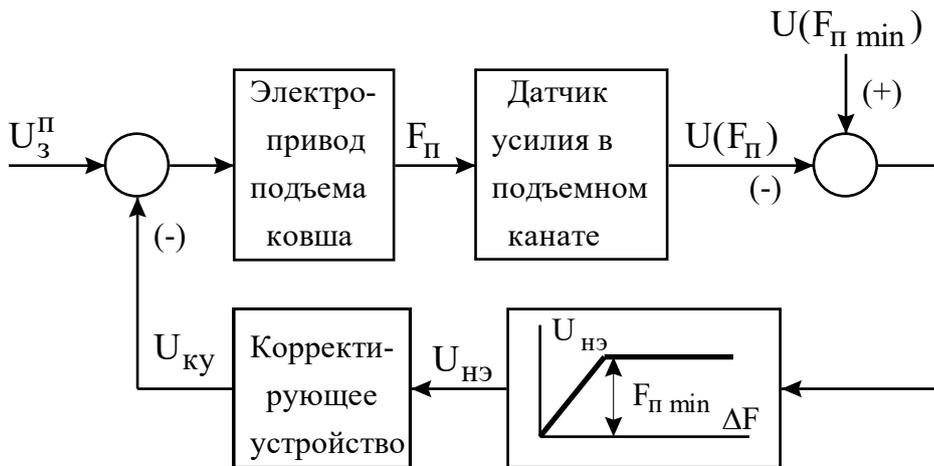


Рис. 37. Функциональная схема автоматической системы выбора слабины подъемных канатов

Система включает в себя дополнительный сумматор, датчик усилия в подъемных канатах, задатчик минимально допустимого усилия в подъемных канатах $F_{\text{П min}}$, нелинейный элемент и корректирующее устройство для обеспечения заданных динамических свойств системы.

Работа системы заключается в том, что при выполнении условия $F_{\text{П}} \geq F_{\text{П min}}$ напряжение на выходе нелинейного элемента $U_{\text{нэ}} = 0$ и контур регулирования разомкнут. В случае ослабления натяжения каната ниже предела ($F_{\text{П}} < F_{\text{П min}}$) на выходе нелинейного элемента появляется сигнал, пропорциональный разности $U(F_{\text{П}}) - U(F_{\text{П min}})$, который поступает на вход корректирующего устройства. Выходное напряжение корректирующего устройства $U_{\text{ку}}$ подается на вход электропривода подъема ковша и происходит выбор слабины подъема каната.

Система выравнивания нагрузок в силовых модулях привода поворота

Главные электроприводы некоторых экскаваторов состоят из нескольких силовых модулей. В результате различных регулировок и конструктивных особенностей электрических машин, входящих в модуль, токи цепи якоря модулей отличаются. Это вызывает дополнительные динамические нагрузки в электромеханическом оборудовании и нагрев двигателей. На рис. 7 приведена функциональная схема системы выравнивания нагрузок параллельно соединенных двигателей привода поворота. Измеряется рассогласование токов в контурах, которое подается на вход дополнительного регулятора. Сигнал с выхода регулятора с соответствующими знаками подается на регуляторы токов независимых контуров силовых модулей.

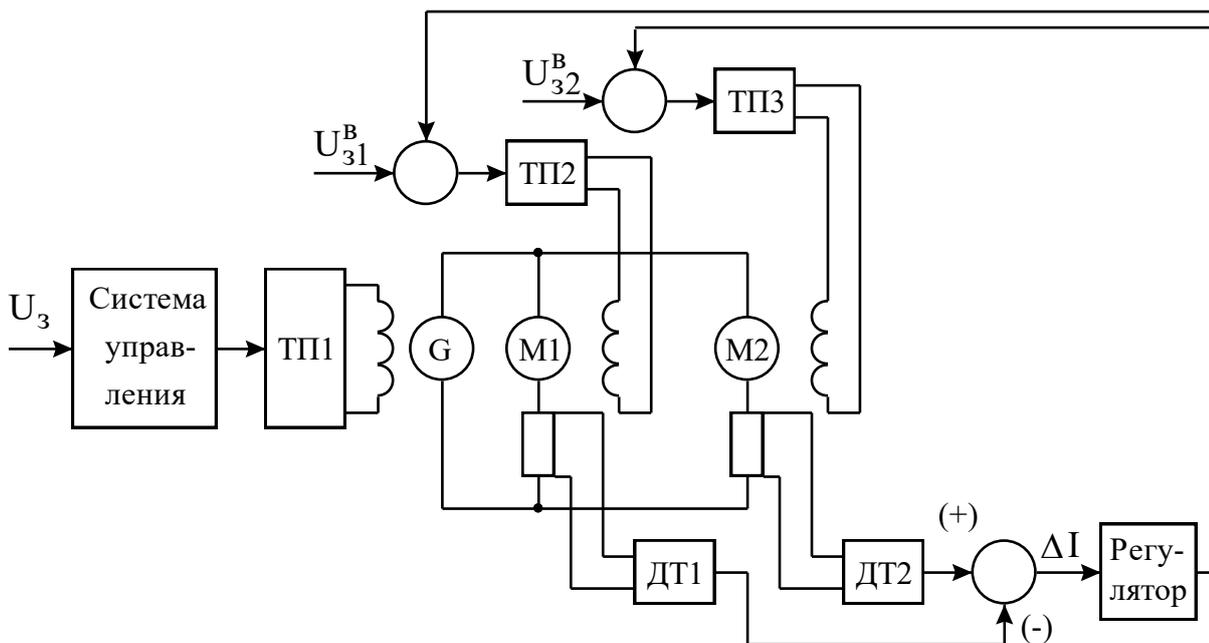


Рис. 7. Функциональная схема системы выравнивания нагрузок параллельно соединенных двигателей привода поворота

Заклучение

Функциональные схемы систем электроприводов одноковшовых экскаваторов играют ключевую роль в обеспечении их производительности и эффективности. Понимание этих схем и принципов их работы позволяет

оптимизировать управление экскаваторами и улучшить их эксплуатационные характеристики. Актуальность данной темы возрастает с развитием технологий и увеличением требований к производительности строительной техники.

Использованные источники

1. Баранов, И. А. «Электрические машины и аппараты». Москва: Издательство «Энергия», 2015.
2. Кузнецов, В. П. «Системы автоматического управления в строительных машинах». Санкт-Петербург: Издательство «Стройиздат», 2018.
3. Смирнов, А. Н. «Основы электротехники и электроники». Новосибирск: Издательство «Наука», 2020.
4. Романов, Е. В., «Технология работы экскаваторов». Екатеринбург: Издательство «Уралгипромет», 2019.
5. Shodiyev, Oqiljon Abdurashit O'G'Li, et al. "Konveyer transportini elektr yuritmasini teskari aloqali datchiklari vositasida boshqarish." *Academic research in educational sciences* 3.10 (2022): 660-664.
6. Uralov, Jasur Tashpulatovich, and Komila Norqobil qizi Quدراتova. "O'ZGARMAS TOK MOTORLARINING TEZLIK ROSTLASH USULLARI TAHLILI." *Journal of new century innovations* 43.2 (2023): 39-41.
7. Shodiyev, Oqiljon Abdurashit O'G'Li, et al. "KONVEYER TRANSPORTINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI VA TEXNIK YECHIMLARINI ISHLAB CHIQUISH." *Academic research in educational sciences* 4.2 (2023): 285-291.
8. Tog, Ahror Sadullo O'G'Li, Abbas Bahodir Ogli Nomonov, and Oqiljon Abdurashit O'G'Li Shodiyev. "KONVEYER TRANSPORTI ELEKTR YURITGICHINI HIMOYALASHDA TOK DATCHIKLARINING AHAMIYATI." *Academic research in educational sciences* 4.4 (2023): 351-357.
9. qizi Quدراتova, Komila Norqobil. "KONVEYER QURILMASIDAGI TEZLIKNI ROSTLOVCHI RELE." *Journal of new century innovations* 41.2 (2023): 45-51.

10. qizi Qudratova, Komila Norqobil. "ZAMONAVIY SHAMOL GENERATORLARIDAN FOYDALANISHNING SAMARADORLIGI." *Journal of new century innovations* 25.1 (2023): 16-19.
11. Abdurashit o'g'li, Shodiyev Oqiljon. "FILTR KOMPENSATSIYALOVCHI QURILMA (ΦKY)." *YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI* 1.1 (2024): 127-130.
12. qizi Yuldasheva, Mohinur Abduhakim, and Komila Norqobil qizi Qudratova. "O'ZGARUVCHAN TOK DVIGATELLARINING TEZLIK ROSTLASH USULLARINING TAHLILI." *Journal of new century innovations* 43.2 (2023): 35-38.
13. Shodiyev, Oqiljon Abdurashit O'G'Li, Erali Nurali O'G'Li Abdukarimov, and Iroda Abdulhakim Qizi Usmanaliyeva. "KARIYER EKSKAVATORI ELEKTR YURITGICHI TIZIMLARINI MODERNIZATSIYA QILISHNING SAMARADORLILIGI." *Academic research in educational sciences* 2.6 (2021): 1023-1027.
14. Yuldashev, Elmurod Umaraliyevich, and Mohinur Abduxakim qizi Yuldasheva. "KONVEYER TRANSPORTINI ELEKTR YURITMASINI TESKARI ALOQALI DATCHIKLARI VOSITASIDA BOSHQARISH."