

Сагитов П.И., Темиров К.О.

**УРАВНИТЕЛЬНЫЕ СХЕМЫ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА  
СИНХРОННОГО ВРАЩЕНИЯ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВАЛОВ**

УДК: 539.389.3

*Рассматриваются вопросы повышения надежности работы производственных механизмов с уравнивающей схемой двигателей переменного тока, это в первую очередь системы согласованного вращения асинхронных двигателей типа «электрический вал», также системы с двигателями постоянного «активными» и «пассивными» схемами многодвигательного электропривода синхронного вращения на базе электрических валов.*

*The questions of reliability increase in works of industrial machineries with the leveling scheme of an alternating current engines are considered. Mainly these as systems of coordinated rotation of asynchronous engines as "electric shaft", also with engines constant "active" and "passive" schemas of multi impellent synchronous rotation engine drives on the basis of electric shaft.*

Во многих производственных механизмах, различных отраслей промышленности и энерго-объектов, требующих синхронного вращения нескольких электроприводов, когда по каким-либо причинам не желательно или невозможно завести обратные связи по выходному продукту или движению, используются системы согласованного вращения. Так называемые "уровнительные схемы", согласование скорости или моментов вращения, в которых производятся по параметрам самих двигателей в системе. Такие схемы на двигателях постоянного тока находят применение в металлургической промышленности для привода рабочих валков различных прокатных станов, в механизмах поворота конверторных печей и в других случаях. Существуют уровнительные схемы и на основе двигателей переменного тока, это в первую очередь системы согласованного вращения асинхронных двигателей типа "электрический вал". Используются эти системы в рабочих механизмах имеющих главным образом синхронное вращение нескольких валов не связанных между собой механически, а также в системах, где необходимо строго регламентированное соотношение скоростей, которое достигается за счет различных передаточных редукторов от привода синхронного вращения. К таким механизмам относятся чесальные аппараты, унифицированные виброплощадки, многодвигательные насосные станции тепловых сетей и ТЭЦ, механизмы передвижения тележек различных подъемных и транспортировочных средств, некоторые типы металлорежущих станков.

Современное развитие силовой полупроводниковой техники позволило на базе регулируемых электродвигателей переменного тока значительно расширить возможности систем согласованного

вращения асинхронных двигателей и создать большое многообразие вариантов подобных схем работающих в экономичных энергосберегающих режимах с более точной синхронизацией скоростей. В связи с этим на данном этапе развития в этой группе приводов, как в системах с двигателями постоянного тока можно выделить "пассивные" и "активные" схемы многодвигательного электропривода синхронного вращения на базе электрических валов.

К "пассивным" схемам многодвигательных электроприводов синхронного вращения будем относить системы электроприводов с асинхронным двигателями, синхронизация скорости в которых производится за счет сравнения роторных ЭДС асинхронных двигателей на общих пассивных элементах R, L, C и т.д. При этом сравнение роторных ЭДС двигателей может производиться как по фазе, так и по амплитуде роторных напряжений. Сравнение ЭДС по фазе в этих схемах дает синхронно-синфазное вращение двигателей в системе, сравнение по амплитуде роторных ЭДС позволяет получить согласованное вращение, точность согласования скоростей двигателей зависит от принципа схем сравнения роторных ЭДС.

На рис. В1 представлены пассивные схемы многодвигательных электроприводов синхронного вращения. В схемах а-г поддерживается синфазное вращение валов, а в схемах д-е производится согласование скоростей и моментов. Отличительные особенности каждой из схем рассмотрены подробно [1,2] и могут быть использованы для различных случаев практического применения в соответствии с требованиями технологического процесса. Основные преимущества пассивных схем синхронного вращения - относительная простота реализаций и эксплуатаций. К недостаткам следует отнести:

- а) необходимость подбора двигателей с идентичными параметрами;
- б) склонность двигателей к качаниям;
- в) при срыве синхронности вращения возможны аварийные режимы связанные с разгоном двигателей до синхронной скорости;
- г) потери в дополнительных элементах;
- д) необходимость предварительной синхронизации при повторных пусках.

Несмотря на все эти недостатки, простейшие пассивные схемы многодвигательного электрического вала в настоящее время успешно применяются в качестве электроприводов различных механизмов,

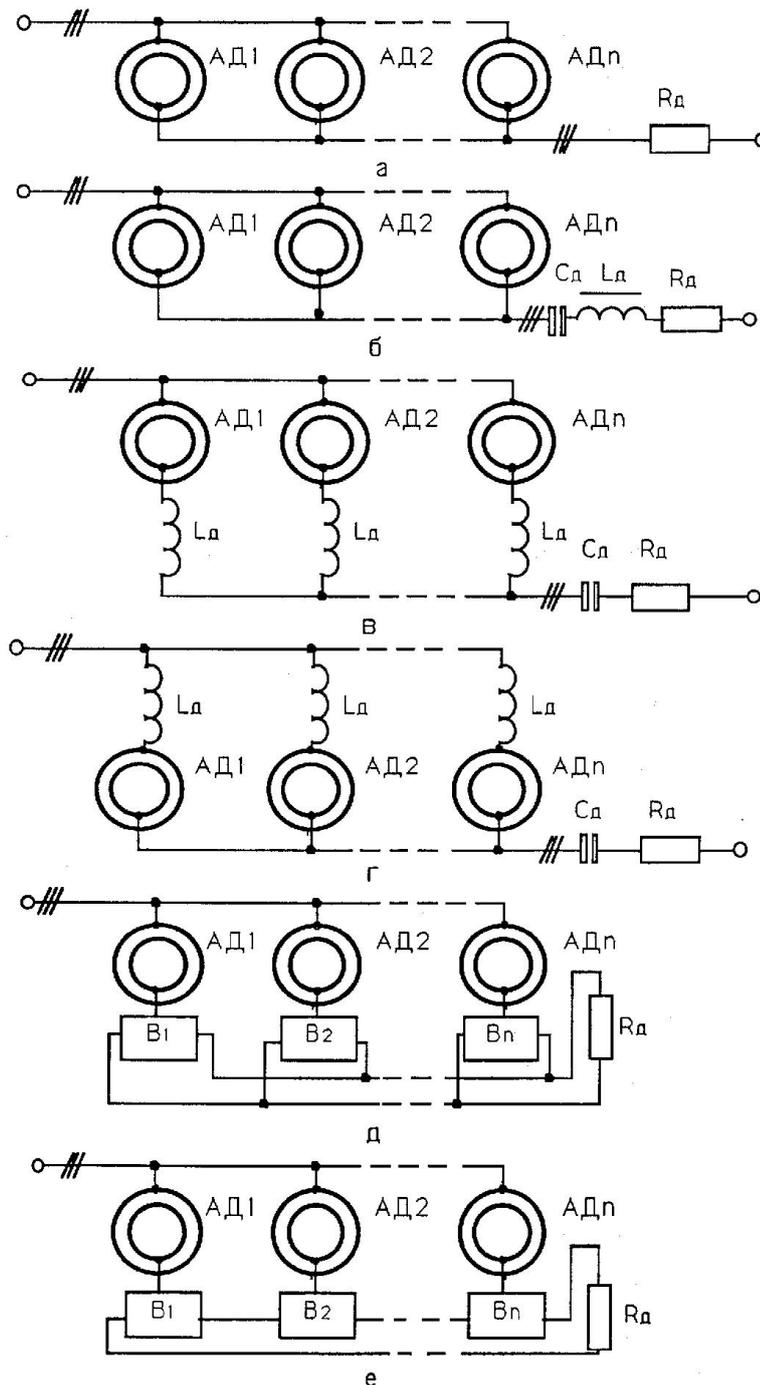
таких как чесальные аппарата, линий нетканых материалов.

К "активным" уравнивающим схемам в работе отнесены системы многодвигательного электропривода синхронного вращения с дополнительными обратными связями по частоте вращения, углу рассогласования валов двигателей, по амплитуде роторных ЭДС и т.д. Регулирующими воздействиями могут быть; изменение роторного противо ЭДС, роторных токов, параметров питающего напряжения, разница углов рассогласования. К этой же группе можно отнести системы с поворотными статорами.

Некоторые из активных уравнивающих схем синхронного вращения представлены на рис. В2.

Дополнительные обратные связи по частоте вращения двигателей, углу рассогласования валов, по амплитуде роторных ЭДС на схемах не указаны. Регулирующее воздействие может быть изменение роторного противо - ЭДС, роторных токов на рис.В.2.а,б,в, параметров питающего напряжения на рис.В.2.г,д,е. Кроме этого можно составить комбинированные схемы с управляющим воздействием, как со стороны роторной цепи, так и по статорной. В качестве датчиков углов рассогласования могут применяться сельсинные датчики или дискретные цифровые датчики положения роторов.

Рис. В.1.



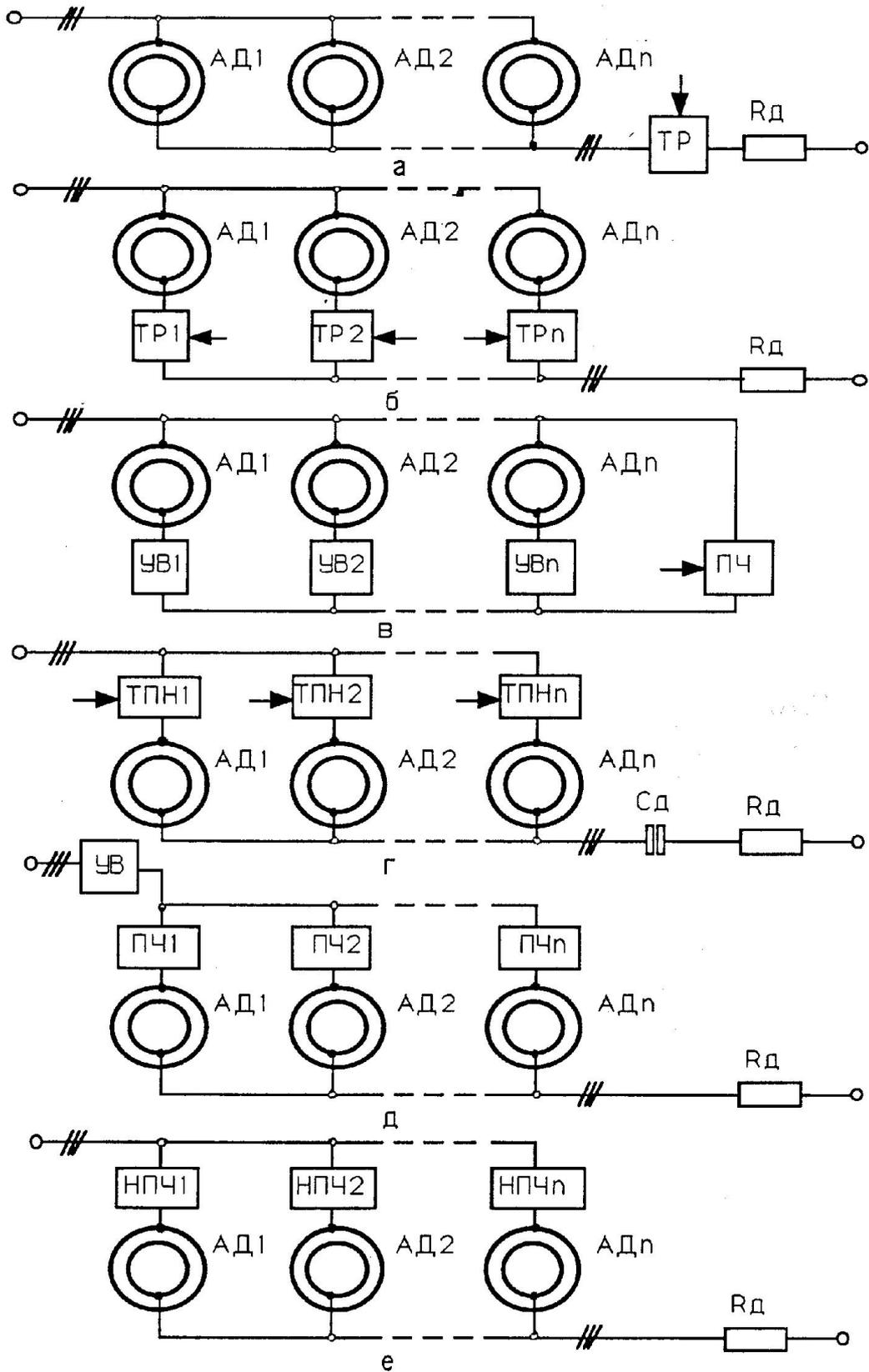


Рис В.2

Основные преимущества активных схем многодвигательного электропривода синхронного вращения - широкий диапазон регулирования скорости и уравнительных моментов, автоматическая синхронизация скоростей на ходу, точное поддержание соотношения скоростей и т. д. К

недостаткам следует отнести относительную сложность исполнения и эксплуатации. Активные схемы можно выполнить без силовых роторных связей, в этом случае согласование скоростей производится только за счет обратных связей автономных электроприводов механизмов. Классификация электропри-

водов по схеме МЭП СВ представлена на рис. В.3, содержит все возможные варианты систем синхронного вращения асинхронных двигателей основанных на принципе сравнения роторных ЭДС двигателей.

Актуальность проблемы. Создание и широкое внедрение этого класса многодвигательных электроприводов позволит при сравнительно невысокой стоимости систем, повысить качество продукции и производительность машин и агрегатов, использующих синхронно-согласованное вращение нескольких валов. В связи с этим, по нашему мнению, назрела необходимость в разработке методов анализа и синтеза подобных систем многодвигательного электропривода как в "пассивных", так и в "активных" вариантах схем, для определения зоны оптимального использования в производственных механизмах, каждого типа привода. Разработанные в последнее время десятки схем данного класса многодвигательного электропривода требуют создания математического аппарата, дающего возможность рассчитывать и сравнивать основные режимы систем с учетом всех параметров, влияющих на их работу, для конкретных производственных машин.

Проведение этих исследований с общих методологических позиций является теоретической основой для разработки и создания синхронизации скоростей вращения позволяет дополнительно вырабатывать до 20 т. пряжи ежегодно.

Многодвигательный электропривод механизма передвижения мостового крана. Механизмы передвижения мостового крана (МПК) оснащаются, как правило, двумя двигателями с фазным ротором, расположенными на противоположных концах фермы крана. Они должны удовлетворять определенным эксплуатационным требованиям - обладать способностью к работе с частыми пусками и реверсами, т.е. в повторно-кратковременном реверсивном режиме, иметь одинаковые угловые скорости для ограничения перекосных нагрузок и снижения нагрузок в металлоконструкциях.

Металлоконструкция моста крана представляет собой упругую систему, динамические свойства которой определяются положением масс и жесткостью элементов. Неравенство силовых воздействий, приложенных к противоположным концам фермы крана, приводит к ее упругой деформации. К причинам, вызывающим перекосы, следует также отнести различие в диаметрах колес, смазке редукторов, неидентичность механических характеристик, неудовлетворительное состояние путей, по которым

перемещается кран. Перекосы нагрузок и упругие деформации приводят к снижению производительности, ухудшению качества выполняемых операций, износу оборудования, то есть затрудняют эксплуатацию мостового крана.

Решить проблему перекоса нагрузок можно путем оптимизации работы электропривода. При этом необходимо учитывать в схеме управления погрешности кинематической цепи и перемещений масс тележки с грузом. Система управления электроприводом МПК должна быть адаптивной: параметры регулирующих элементов необходимо автоматически поддерживать на уровне, при котором перекосы фермы крана минимальны.

Сложные условия работы МПК, наличие разнообразных взаимосвязей между различными узлами крана требуют применения систем управления электроприводом, обладающих повышенной надежностью. Этим требованиям отвечает электропривод МПК на базе МЭП СВ с двухобмоточным ИР. Для управления процессом движения целесообразно использовать обмотки подмагничивания индукционного реостата. Система обладает некоторыми преимуществами перед существующими схемами управления МПК. Применение ИР дает возможность осуществить плавный пуск за счет автоматического уменьшения полного сопротивления ИР. Так как оба двигателя не связаны электрически по роторной цепи, возможна работа электропривода в реверсивном режиме. Простота конструкции ИР обуславливает надежность работы электропривода. Вместо пускорегулирующих активных сопротивлений, которые управляются командоконтроллерами, используется бесконтактный двухобмоточный ИР с обмотками подмагничивания, причем роль командоконтроллера выполняет система управления обмотками подмагничивания, также собранная на бесконтактных элементах. Синхронизирующие свойства ЭМРВ вполне удовлетворяют решению задачи ограничения перекосных нагрузок и упругих деформаций фермы мостового крана.

При расчете конструкции ИР следует учитывать значительные пусковые токи электродвигателей, а также нагрев ИР при частых пусках и реверсах. Увеличение пусковых моментов двигателей возможно путем включения в схему конденсаторов, одновременно что позволяет как было показано ранее повысить энергетические показатели системы.

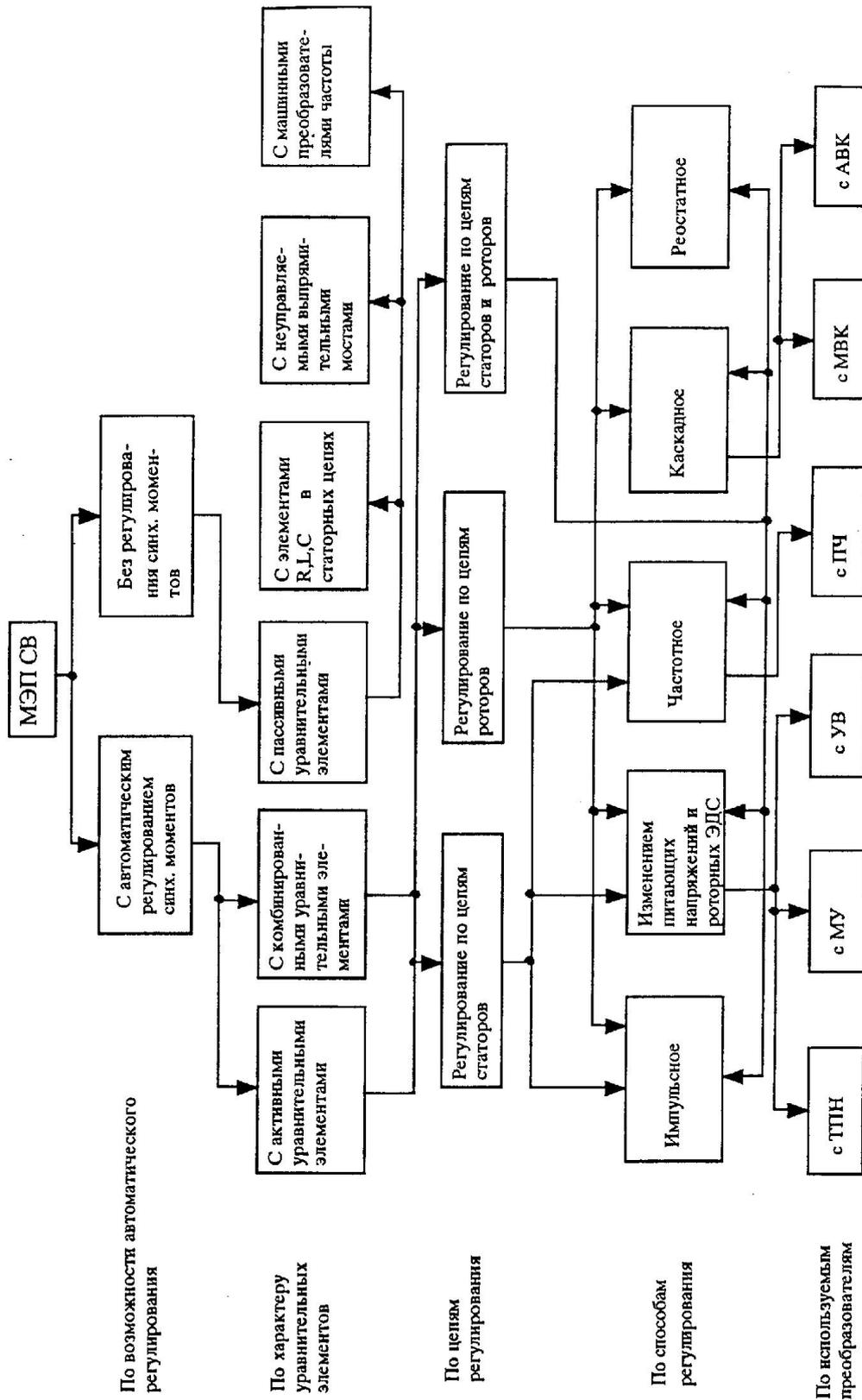


Рис.В.3.

Литература:

1. Москаленко В.В. - Автоматический электропривод ., М.: Энергоиздат 1986 г.
2. Шишморев В.Ю. - Типовые элементы системы автоматизированного управления ., М.: Академия 2004 г.