Коллекторный	<ul style="list-style-type: none"> • Работа на постоянном токе; • Широкий сектор управления. 	<ul style="list-style-type: none"> • Наличие трущихся частей (щеток); • Высокая стоимость.
Вентильный	<ul style="list-style-type: none"> • Высокий развиваемый момент и скорость. 	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая стоимость магнитов, силовой и управляющей аппаратуры.

Таким образом, сделаем вывод, что более подходящим типом двигателя для стартер-генератора является двигатель постоянного тока со смешанным возбуждением, так как это тип двигателей давно применяется в автомобильном строительстве, и показал себя как надежное устройство для пуска двигателя в процессе эксплуатации.

1. Теория электропривода: учебное пособие к курсовому проектированию / Г.И. Драчев, А.Е. Бычков, А.Н. Шишков, О.Г. Брылина – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. - 130 с.2. Ключев, В.И. Теория электропривода: Учебник для вузов / В.И. Ключев.– М.: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
2. A.N. Shishkov Features of frequency analysis of torque control loop in AC electric drives / A.N. Shishkov, D.A. Sychev, N.V. Savosteenko, M.N. Krupnova, A.A Zemlyansky // Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering. 2017, vol. 17, no. 2, pp. 75–81.
3. Shishkov, A.N. Features of torque production of synchronous electric drive with direct torque control of mining machines / Shishkov, A.N. Sychev, D.A., Savosteenko, N.V. // International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2017, IPDME 2017. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2017, Vol. 87, Issue 2.
4. Драчев, Г.И. Теория электропривода: учебное пособие в 2 ч. / Г.И. Драчев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – Ч.1. – 207 с; Ч.2. – 203 с.
5. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / под ред. И.П.Копылова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2011. – 767с.
6. Справочник по автоматизированному электроприводу/ Под редакцией Е. А. Елисеева, А. В. Шинянского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
7. Savosteenko, N.V. Electrical motor of modern variable-frequency drive / Savosteenko N.V., Gryzlov A.A., Khayatov E.S., Gladyshev S.P. // Proceedings of the 2017 IEEE Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference, ElConRus 2017, №7910723, pp. 990-993.
8. Крановое электрооборудование; Справочник/ К 78 Алексеев Ю.В., Богословский А.П., Певзнер Е.М. и др.; Под ред. А.А. Рабиновича. – М.: Энергия, 1979.–240с., ил.

Семенова К.Д., Киселева А.А., Корнякова О.Ю.

Разработка электропривода теплоэнергетического комплекса

*ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»
(Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/lj-11-2020-79

idsp: ljjournal-11-2020-79

Аннотация

В работе рассмотрен электропривод основных узлов энерготехнологического комплекса по приготовлению и сжиганию водоугольных суспензий, выбрано система управления. Приведены преимущества использования многозонного регулирования параметров, решены вопросы надежности работы системы.

Ключевые слова: электропривод, энерготехнологический комплекс, система управления, насос

Abstract

The paper considers the electric drive of the main units of the energy-technological complex for the preparation and combustion of coal-water suspensions, the control system is

selected. The advantages of using multi-zone regulation of parameters are given, the issues of reliability of the system are solved.

Keywords: electric drive, power technology complex, control system, pump

Разрабатываемые и существующие энерготехнологические комплексы по приготовлению ВУС могут быть представлены в виде структурной схемы. В состав комплекса входят: в части приготовления ВУС [1,2] пульпонасос, насос перекачки готовой суспензии, углеразмольная мельница или гидродинамический кавитационный аппарат, диспергатор, дозатор добавок ПАВ, системы фильтров или системы обезвоживания; в части сжигания приготовленной ВУС [3-5] комбинированное горелочное устройство для сжигания ВУС, модернизированный для сжигания ВУС котел, вспомогательное оборудование котельного агрегата, а именно, вентилятор, дымосос, питательный насос, при необходимости циркуляционный и бустерный насосы, клапаны, регуляторы, задвижки, байпасные (обводные) линии трубопроводов.

Управление всеми системами комплекса и диагностику их работы можно осуществлять на базе многозонного регулятора (МР), который относится к интеллектуальной системе с возможностью самодиагностирования и саморезервирования [6].

Говоря об автоматизации технологического процесса, как правило подразумевают реализацию всех систем на основе регулируемого электропривода. Регулируемый электропривод, как правило [7], экономически выгоднее любой нерегулируемой системы.

Структура электропривода насосных агрегатов

Рассмотрим пример электропривода насосных агрегатов для перекачки пульпы, суспензий и пр. Он содержит систему управления (СУ) – например, тиристорный регулятор напряжения (ТРН), электродвигатель (ЭД) – например, асинхронный и исполнительный механизм (М) – насос, а также датчики (Д) контроля работы и состояний СУ, ЭД и М (рис. 1). Датчики или комплекс селективных защит могут, к примеру, выдавать информацию: о срабатывании в схеме максимально токовой и/или времятоковой защиты; о наличии напряжения силовой сети; о перегреве подшипников, о повышении/понижении давления на выходе и т.д. Кроме того, для обеспечения заданного давления, помимо основного канала в систему может быть включен дополнительный насос, например, подкачивающий - меньшей мощности, со своим управлением. То есть электропривод насосных агрегатов состоит из нескольких параллельных каналов, работающих на общую магистраль и обеспечивающих заданное давление. В структуре также может быть предусмотрен резервный канал, обеспечивающий надежную работу системы при выходе из строя основного.

Рисунок 1 – Структурная схема электропривода одной из систем теплоэнергетического комплекса

Система управления группой электроприводов насосов на базе многозонного регулятора

Одновременную работу основного и дополнительного канала с заданными характеристиками (давление, скорость и др.) или автоматический переход на резервный канал можно выполнить реализовав систему управления электроприводами насосов на базе многозонного интегрирующего регулятора (МР) (*Multi-zone integrating regulator (here after MR)*). Многозонный регулятор относится к импульсным системам [8] с частотно-широотно-импульсной модуляцией выходного сигнала.

Подобные структуры, как показывает практика [6], характеризуются простотой, надежностью и высокими экономическими показателями.

Пример структуры на базе МР показан на рис. 2. Непосредственно многозонный регулятор состоит из источника входного сигнала (U_0), сумматоров Σ_1 и Σ_2 , интегратора с постоянной времени интегрирования $T_{ИР}$ и группы релейных элементов (РЭ). В общем виде число РЭ может быть четным или нечетным. Кроме того, в систему входит «к-1» параллельно работающих каналов. Каждый из которых состоит из последовательно включенного тиристорного регулятора напряжения (ТРН), электродвигателя, например, асинхронного (АД) и насоса (Н). Насосы работают на общую отводящую магистраль. В такой структуре может быть, например, задано, что первый и второй насос Н1 и Н2, работая совместно или поочередно обеспечивают заданное давление на выходе, а последний (Н3) выполняет функцию резервного.

Рисунок 2 – Система управления группой электроприводов насосов на базе МР

В зависимости от величины и знака входного сигнала U_0 , МР переходит из одной зоны в другую, что гарантирует определенное состояние выходных сигналов всех релейных элементов РЭ1-РЭ4. Максимальный сигнал на выходе каждого РЭ можно принять за уровень логической «1» или команду «Пуск» для соответствующего канала ТРН-АД-Н. Аналогично минимальный сигнал на выходе РЭ эквивалентен уровню логического «0» или команде «Стоп».

Ввод дополнительных блоков при реализации МР с четным числом РЭ связан со следующей проблемой. Когда МР переходит из одной модуляционной зоны в другую, то может дополнительно сработать РЭ (один или несколько) и возникнет кратковременный (ложный) запуск соответствующего электродвигателя, который в действительности должен находиться в выключенном состоянии. Повышенная точность работы в такой системе достигается благодаря блокированию управляющих входов ТРН на то время пока в МР не завершится переходного процесс. Т.е. пока в МР осуществляется переход от одной модуляционной зоны в другую. При этом на время переходного процесса в регистре памяти сохраняется кодовое состояние предыдущей модуляционной зоны. Только после входа МР в режим устойчивых колебаний, происходит изменение состояний группы электроприводов, т.е. когда кодовое состояние группы «к-1» релейных элементов соответствует установившемуся режиму требуемой модуляционной зоны.

Если в качестве входного сигнала U_0 , поступающего на МР, подавать информацию с датчика, например, о давлении в выходной магистрали, то реализуется замкнутая структура. Таким образом, осуществляется включение/выключение необходимого количества одновременно работающих насосов и регулировка параметра (давление, скорость и др.) с заданной точностью. Что безусловно скажется на энергоэффективности всей системы.

Структуру на базе МР можно предложить для систем вентиляции, дымоудаления, а также тех систем которые содержат несколько параллельно работающих каналов, включая резервные, в соответствии со структурой на рис. 2.

Вывод

Электропривод основных узлов энерготехнологического комплекса по приготовлению и сжиганию водоугольных суспензий рекомендуется выполнять регулируемым. Реализация его на базе многозонного регулятора дополнительно позволит повысить качество регулирования заданных параметров и эффективно решать вопросы надежности, в частности связанные с автоматическим диагностированием и резервированием. Реализация нейросетевых алгоритмов позволит развить и закрепить этот эффект, дополнительно повышая надёжность и экономичность системы.

1. Osintsev, K.V. Studying flame combustion of coal–water slurries in the furnaces of power-generating boilers / K.V. Osintsev // Thermal engineering (English translation of Teploenergetika).–2012.–V. 59.– № 6. – P.439 – 445.
2. M. P. Baranova Combustion of water and coal suspension fuels of low-metamorphized coals / M. P. Baranova, T. A. Kulagina, S. V. Lebedev // Chemical and Petroleum Engineering 45(9):554-557 · September 2009 DOI: 10.1007/s10556-010-9235-7
3. Vasily Murko The Development of Environmentally Friendly Technologies of Using Coals and Products of Their Enrichment in the Form of Coal Water Slurries / Vasily Murko, Veniamin Hamalainen // January 2017 DOI: 10.1051/e3sconf/20172101029
4. Agnieszka Kijo–Kleczkowska Combustion of coal–water suspensions / Agnieszka Kijo–Kleczkowska // February 2011 DOI: 10.1016/j.fuel.2010.10.034
5. M. A. Dmitrienko Technoeconomic Analysis of Prospects of Use of Organic Coal-Water Fuels of Various Component Compositions / M. A. Dmitrienko, P. A. Strizhak, Yu. S. Tsygankova // Chemical and Petroleum Engineering · August 2017 DOI: 10.1007/s10556-017-0321-y
6. Brylina, O.G. Multi-Zone Pulse Regulator. 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). IEEE Conference Publications. 2016, pp. 1-4. DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7910934
7. Savosteenko N.V. Features of frequency analysis of torque control loop in AC electric drives / A.N. Shishkov, D.A. Sychev, N.V. Savosteenko, M.N. Krupnova, A.A Zemlyansky // Bulletin of the South Ural State University. Ser. Power Engineering. 2017, vol. 17, no. 2, pp. 75–81.
8. Savosteenko, N.V. Electrical motor of modern variable-frequency drive / Savosteenko N.V., Gryzlov A.A., Khayatov E.S., Gladyshev S.P. // Proceedings of the 2017 IEEE Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference, ElConRus 2017, №7910723, pp. 990-993.