

**ОБ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СИНХРОННЫМ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСА**

Самигуллин Э.И.

научный руководитель канд. техн. наук Кондрашова О.Г.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Режимы работы нефтепровода определяются подачей и напором насосов нефтеперекачивающих станций (НПС). Любое изменение условий перекачки обуславливает необходимость регулирования.

Существуют различные способы регулирования режима работы магистрального насосного агрегата (МНА) изменением параметров трубопровода и изменением параметров НПС. Среди них наиболее экономичный метод – изменение частоты вращения вала МНА. Переход от нерегулируемого электропривода (ЭП) к регулируемому дает эффект как в части экономии электроэнергии, так и в других показателях технологического процесса. Применение плавного регулирования частоты вращения МНА на НПС магистральных нефтепроводов позволяет избежать гидравлических ударов в нефтепроводе, а также поддерживать более высокие энергетические показатели ЭП [1].

В связи с этим поиск и определение наиболее оптимального управления технологическим процессом перекачки нефти является актуальным.

В данной работе рассматривается возможность использования адаптивной системы управления для синхронного электропривода магистрального насоса (МН).

К электроприводу МН предъявляются следующие требования [1]:

- электропривод должен быть рассчитан на продолжительный режим работы с постоянной нагрузкой;
- регулирование скорости должно быть плавным (в том числе плавный пуск и останов МНА), точным и экономичным;
- отсутствует необходимость в большом диапазоне регулирования скорости и в высоком быстродействии;
- должна обеспечиваться устойчивость работы синхронного двигателя (СД) при нарушениях питания в электроснабжении;
- система управления электропривода должна работать в составе автоматизированной системы управления НПС,

К основным факторам, влияющим на режимы работы системы «НПС – трубопровод», можно отнести:

- переменная нагрузка нефтепровода, вызванная различной закономерностью работы поставщиков нефти, нефтепровода и потребителей;
- изменение реологических параметров нефти вследствие сезонного изменения температуры, а также влияния содержания воды, парафина, растворенного газа и т. п.;
- технологические факторы – изменение параметров насосов, их включение и отключение, наличие запасов нефти или свободных емкостей и т. д.;
- аварийные или ремонтные ситуации, вызванные повреждениями на линейной части, отказами оборудования НПС, срабатываниями защиты.

Некоторые из этих факторов действуют систематически, некоторые – периодически. Все это создает условия, при которых режимы работы системы «НПС – трубопровод» непрерывно изменяются во времени [1].

С учетом всех выше перечисленных требований возникает необходимость в более гибком и точном регулировании скорости вращения МНА, которое может осуществляться посредством адаптивно-векторной (адаптивной) системы управления.

Адаптивное управление решает следующие основные задачи [2]:

- 1) при произвольном изменении параметров электроприводов в системе производятся такие изменения параметров регуляторов, при которых динамические

свойства системы для заданных воздействий не изменяются. Предполагается, что система в исходных условиях оптимизирована и в дальнейшем обеспечивается стабильность показателей качества системы;

2) при начальном отсутствии информации о параметрах электроприводов и воздействиях на систему управления производятся автоматический поиск оптимальных условий работы системы в соответствии с заданным критерием качества.

Принцип действия любой системы автоматического управления состоит в том, чтобы обнаружить отклонение управляемых величин, характеризующих работу машины, или протекание процесса, и при этом воздействовать на машину или процесс так, чтобы устранить возникшие отклонения [2].

Адаптивные системы могут приспосабливаться к изменяющимся условиям внешней среды и к своим внутренним изменениям, повышая эффективность функционирования. Адаптивные системы, анализируя изменения воздействий и характеристик процесса функционирования динамической системы, автоматически изменяют значения своих параметров таким образом, чтобы сохранить высокие значения показателей качества и эффективности [3].

Адаптивная система содержит преобразователь частоты (ПЧ) и блок адаптивного управления (БАУ), включающий в себя устройство управления, реализующее один из фундаментальных принципов управления, и устройство адаптации, взаимодействующее с устройством управления. Устройство управления непосредственно управляет объектом, а устройство адаптации предназначено для обеспечения его оптимальной настройки. Система автоматического управления в этом случае имеет два иерархических уровня [3].

Устройство адаптации состоит из измерительных преобразователей, вычислительного устройства и блока настройки устройства управления. Последний на основании результатов оценки параметров объекта управления и внешней среды обеспечивает соответствующее изменение параметров устройства управления или его структуры и алгоритма управления. Устройство адаптации может выполняться с разомкнутым контуром воздействий или с замкнутым контуром. В последнем случае устройство адаптации образует цепь обратной связи и реагирует также на изменение управляемой переменной [3].

При этом в первую очередь необходимо определить целевую или стоимостную функцию оптимизируемого процесса. Затем требуется дать соответствующую формулировку задачи в физической форме и осуществить перевод этого физического описания на язык математики. Для осуществления эффективного управления процессом необходимо знать его текущее состояние (задача оценки состояния). Необходимо охарактеризовать процесс с помощью адекватной модели, зависящей от различных внешних факторов (идентификация системы). При условии знания функции стоимости, состояния и параметров системы можно затем определить наилучшее управление, минимизирующее (или максимизирующее) функцию стоимости [3].

По способу изучения объекта системы делятся на поисковые и беспойсковые. В первой группе особенно известны системы экстремального регулирования (СЭР), целью управления которых является поддержание системы в точке экстремума статических характеристик объекта. В таких системах для определения управляющих воздействий, обеспечивающих движение к экстремуму, к управляющему сигналу добавляется поисковый сигнал [4]. Структурная схема поисковой самонастраивающейся системы представлена на рисунке 1.

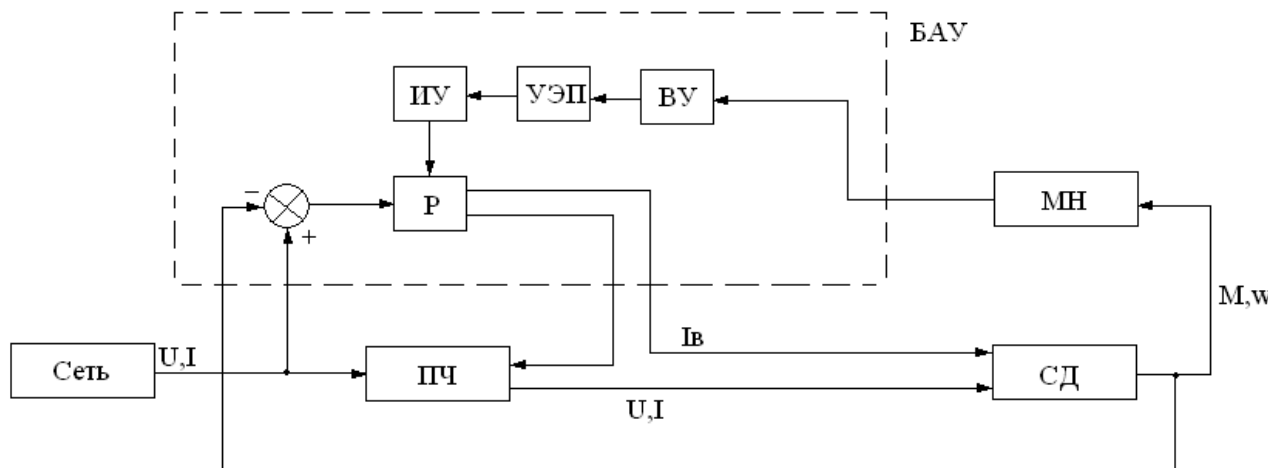


Рисунок 1 – Структурная схема поисковой самонастраивающейся системы

Основу СЭР составляет исходная система, состоящая из контура оптимизации, регулятора (Р) и главной обратной связи. Контур оптимизации включает вычислительное устройство (ВУ), предназначенное для определения качества, устройство экстремального поиска (УЭП) и исполнительное устройство. С помощью УЭП и ИУ в систему вводятся искусственные возмущения (пробные сигналы) и определяется реакция системы на эти возмущения путем контроля происходящих при этом изменений показателя оптимальности. В соответствии со знаком изменения показателя оптимальности определяется дальнейший характер движения системы в направлении к экстремуму. Найденное значение регулируемой величины, соответствующее экстремуму, поддерживается регулятором. Экстремальная функция качества по различным причинам может деформироваться и дрейфовать [5].

Беспоисковые адаптивные системы управления по способу получения информации для подстройки параметров регулятора делятся на системы с эталонной моделью и системы с идентификатором, в литературе иногда называют, как системы с настраиваемой моделью.

Если в обычных системах управления значение регулируемой величины задается заранее по определенному закону в зависимости от времени, то адаптивные системы выбирают свою программу сами во время работы, автоматически изменяя определенные параметры системы. Среди беспоисковых адаптивных систем можно выделить три группы: системы с самонастройкой программы, системы с самонастройкой параметров, системы с самонастройкой структуры [5].

Принцип действия беспоисковых самонастраивающихся систем основан на коррекции динамических свойств системы на основе вычислений. При этом обычно статическая рабочая точка не представляет интереса. Структурная схема беспоисковой самонастраивающейся системы представлена на рисунке 2.

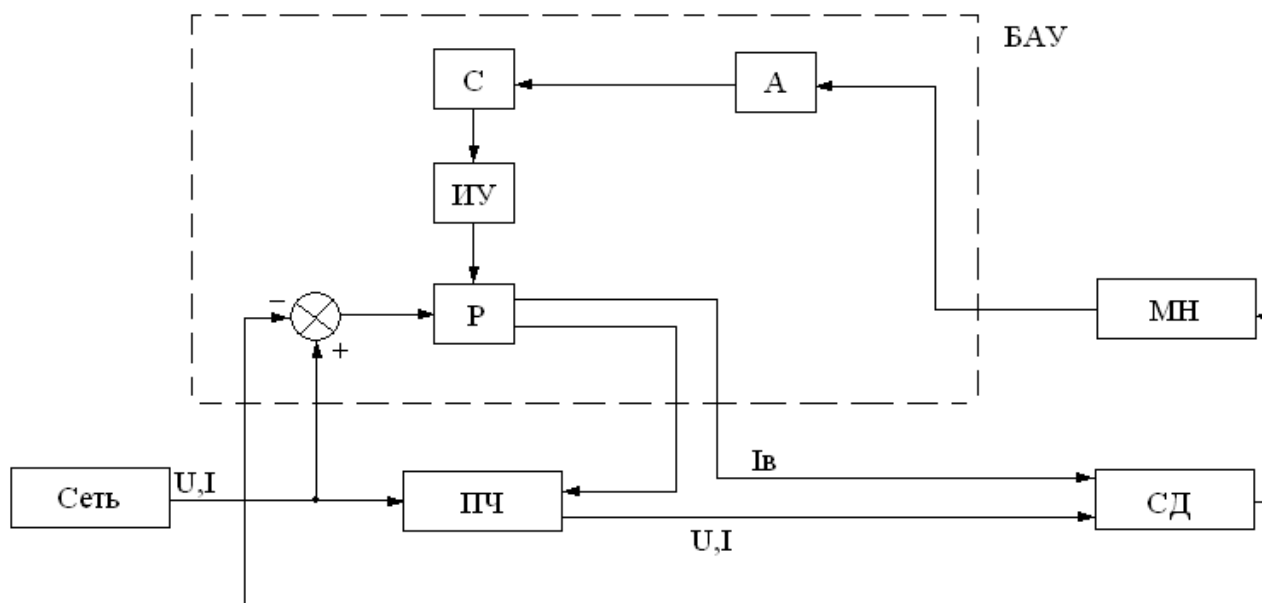


Рисунок 2 – Структурная схема беспоисковой самонастраивающейся системы управления

Контур настройки включает анализатор (А), синтезатор (С) и исполнительное устройство (ИУ). Анализатор представляет собой устройство, предназначенное для определения динамических характеристик системы. Анализатор может использоваться для определения характеристик всей замкнутой системы или только характеристик объекта управления. Кроме того, этот блок может оценивать помехи, полезный сигнал и возмущающее воздействие. Синтезатор – это устройство, предназначенное для определения на основе заданного критерия оптимальности требуемых настроек, параметров или структуры регулятора. Исполнительное устройство ИУ на основании информации о рассогласовании и текущей информации, получаемой из анализатора, воздействует на изменяемую часть регулятора путем перестройки его параметров, либо путем выработки дополнительного управляющего сигнала, либо путем изменения структуры (а может быть, одновременно и параметров) регулятора. Для возбуждения аналитических самонастраивающихся систем в целях идентификации могут использоваться естественные управляющие или возмущающие сигналы, либо, что менее желательно, специально генерируемые пробные сигналы [5].

Основным отличием поисковых систем от беспоисковых является наличие пробных движений и оценка на каждом шаге нужного направления движения к экстремуму. Поисковые самонастраивающиеся системы не требуют такой полноты информации, как беспоисковые самонастраивающиеся системы, в частности они не требуют математического описания объекта, но нуждаются в затрате времени на поиск. В техническом плане выполнение беспоисковой системы проще, поэтому предполагается разработать математическую модель, включающую в себя модели двигателя, насоса, преобразователя частоты, беспоисковой самонастраивающейся системы управления (представленной на рисунке 2), в программном пакете Matlab и реализовать ее на лабораторном стенде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Коршак А.А., Нечваль А.М. Трубопроводный транспорт нефти, нефтепродуктов и газа.- Учебное пособие для системы дополнительного профессионального образования. - Уфа: ДизайнПолиграфСервис.-2005.
2. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г., Управление электроприводами.-Энергоиздат: Ленинград.-1982.

3. Гольцов А.С., Силаев А.А., Принципы построения адаптивных систем автоматического управления многомерными объектами.- ВПИ (филиал) ВолгГТУ.
4. Булатов И.А., Романов А.В., Фролов Ю.М., Адаптивное управление электроприводом.- Электротехнические комплексы.-2008.
5. Селиванов В.А., Системы управления электроприводами.- Учебное пособие: Могилев.-2010.