

## Источники бесперебойного питания в системе электроснабжения нефтехимического производства

Мухаметшина Айназ Айратовна, студент  
 Тумаева Елена Викторовна, кандидат технических наук  
 Нижнекамский химико-технологический институт

Радиальные схемы электроснабжения наиболее часто встречаются на крупных нефтехимических, нефтеперерабатывающих предприятиях с 1-й категорией надежности электроснабжения [1]. Технологические процессы, которые идут в течение производственного цикла, являются энергоемкими и не предполагающими периодических незапланированных остановов. Поэтому требования к качеству электроэнергии и бесперебойности электроснабжения ставятся специалистами - энергетиками во главу угла. Одним из последних технических решений этой проблемы является установка на предприятиях статических источников бесперебойного питания (ИБП). Их установка не только обеспечивает бесперебойную подачу подключенным потребителям электроэнергии, но также значительно улучшает ее качество по напряжению и частоте в сравнении с обычной электросетью.

ИБП называется совокупность полупроводниковых преобразователей и накопителя электроэнергии, обеспечивающих непрерывное электроснабжение потребителя при выходе за заданные параметры основной сети питания. Как правило ИБП имеет следующие режимы работы:

1) Сетевой режим – режим питания нагрузки электроэнергией от сети. При этом режиме осуществляется фильтрация импульсных и высокочастотных

сетевых помех, преобразование энергии переменного тока сети в энергию постоянного тока с помощью выпрямителя и схемы коррекции коэффициента мощности, преобразование с помощью инвертора энергии постоянного тока в энергию переменного тока со стабильными параметрами и подзаряд аккумуляторной батареи.

2) Автономный режим – режим питания нагрузки энергией аккумуляторной батареи. При отклонении параметров сетевого напряжения за допустимые пределы или при полном пропадании сети ИБП мгновенно переходит на автономный режим питания нагрузки за счет энергии аккумуляторной батареи. При восстановлении напряжения сети ИБП автоматически перейдет в сетевой режим.

3) Режим Байпас – питание нагрузки напрямую от сети. Если в сетевом режиме происходит перегрузка или перегрев ИБП, а также, если один из узлов ИБП выходит из строя, то нагрузка автоматически переключается с выхода инвертора напрямую к сети. При снятии причин перехода в Байпас (перегрузки или перегрева) ИБП автоматически возвращается в нормальный сетевой режим с двойным преобразованием энергии. В данном режиме нагрузка не защищена от некачественного напряжения сети.

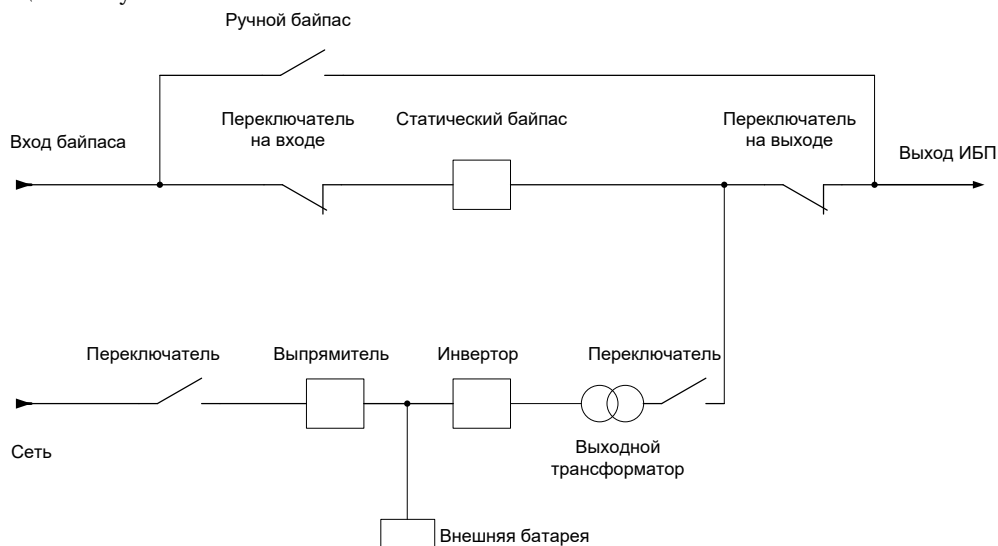


Рис. 1. Структурная схема ИБП

В обычном режиме потребитель получает питание через функциональную цепь, состоящую из выпрямителя, инвертора и выходного трансформатора. Модуль статического байпаса облегчает бесперебойное переключение на обходную цепь (байпас) в установленном диапазоне. Переход в режим байпаса может выполняться как автоматически посредством управляющего сигнала, так и вручную. Текущий контроль системы и управление схемой предотвращают сбой в

работе модуля, а также любые нелогичные переключения статического байпаса. Т.е. любое переключение (в автоматическом или ручном режиме) возможно только при условии, что напряжение, частота и фазность инвертора синхронизированы с байпасом. Отклонения сетевой частоты от заданных значений будут блокировать статический байпас. Цепь статического байпаса состоит из антипараллельного тиристорного блока с микропроцессорным управлением.

Он без прерывания в автоматическом режиме переводит подключенные к нему нагрузки на питание от сети, если по какой-либо причине выходное напряжение ИБП отклоняется от заданных значений. Статический байпас имеет перегрузочную способность 150% на 10 мин. и 500% или 1000% на 100 мс. При перегрузке или коротком замыкании он автоматически переключает нагрузку обратно на инвертор для нормализации работы [3].

ИБП снабжен внутренним сервисным байпасом с выключателем с ручным управлением. Это облегчает его полное отключение от нагрузки. После этого на нагрузку подается питание непосредственно из электросети.

В параллель могут быть подключены до восьми ИБП для создания запаса мощности или увеличения нагрузки. Они работают с распределением нагрузки в активном и пассивном режиме «мастер». Групповой соединитель позволяет работать двум ИБП параллельно. Работа в параллель с половинной нагрузкой возможна благодаря использованию шиносоединительного выключателя (ШСВ) на две электрические шины. Когда ШСВ закрыт, нагрузка распределяется на оба ИБП, а когда он открыт, ИБП питают соответствующие шины. Следовательно, на нагрузку постоянно подается электропитание.

Выпрямитель имеет полупроводниковый IGBT-мост с функцией коррекции коэффициента мощности (коэффициент мощности = 1), который преобразует трехфазный питающий ток в постоянный ток с заданными параметрами для подачи на инвертор. При этом подсоединенный аккумулятор непрерывно подзаряжается и/или всегда находится в оптимальном заряженном состоянии. Выпрямитель предназначен и для подачи питания на инвертор с нагрузкой, и для зарядки разряженного аккумулятора после пропадания сети. «Медленный пуск» выпрямителя позволяет

плавно нарастить пусковой ток после сбоя питания. При запуске параллельных ИБП в автоматическом режиме с запаздыванием активируется серия переключений для ограничения пускового тока на отдельном выпрямителе. Зарядный ток и предел изменения напряжения выпрямителя зависят от типа и производителя АКБ. При необходимости, можно подключить опцию температурно-скомпенсированного заряда.

Инвертор преобразует постоянный ток в однофазный переменный или трехфазный переменный синусоидальный ток. Инвертор осуществляет широтно-импульсную модуляцию в IGBT-полупроводниковом модуле и имеет разделительный трансформатор на выходе. Вследствие высокой частоты коммутации по сравнению с опорной частотой и оптимального управления длительностью импульса, инвертор обладает высоким КПД даже при частичных нагрузках и выдает низкий коэффициент искажений при нелинейных нагрузках. Более того, при ступенчатых изменениях нагрузки он выдает отличные динамические характеристики.

В случае провалов напряжения или аварийных отключений для подачи питания автоматически используется подключенный к шине постоянного тока аккумулятор. Активизируется аварийная сигнализация разрядки аккумулятора, и если АКБ разряжена, то инвертор автоматически выключается и включается сигнализация. В случае выхода параметров инвертора за рамки предустановленного диапазона происходит автоматическое переключение нагрузки на байпас.

На рисунке 2 представлена электрическая функциональная схема силовой части источника бесперебойного питания, подключенного к асинхронному электроприводу.

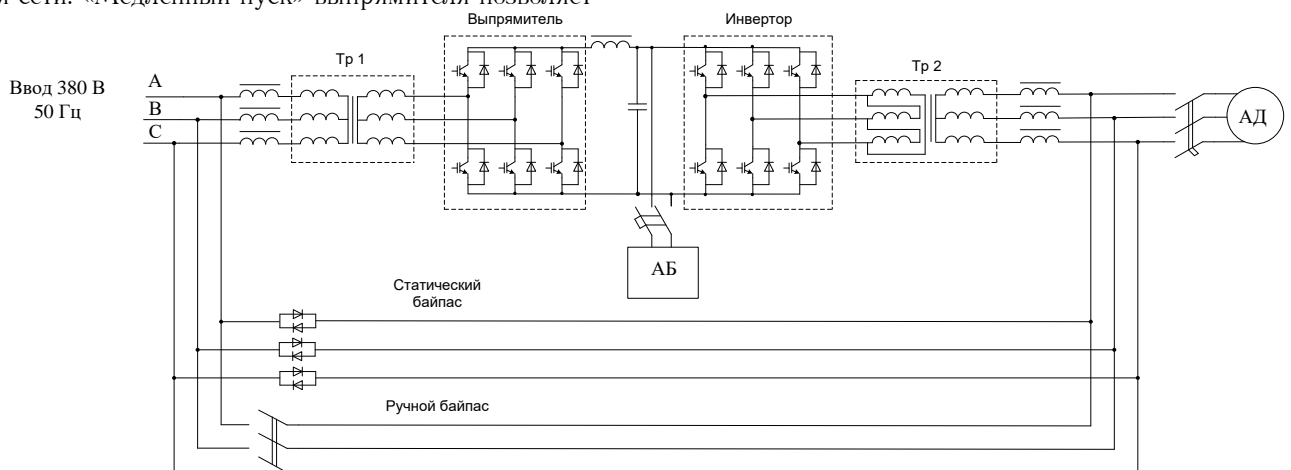


Рис. 2. Электрическая функциональная схема ИБП

В сетевом режиме работы на вход подается переменное трехфазное напряжение. Повышающий трансформатор TR1 преобразует переменное напряжение до нужных значений. Трехфазный мостовой выпрямитель преобразует переменное напряжение в выпрямленное пульсирующее напряжение, где на выходе сглаживается за счет Г-образного LC-фильтра. Затем подается постоянное сглаженное напряжение на заряд аккумуляторной батареи, а также на вход инвертора состоящий из IGBT транзисторов где

преобразуется постоянное напряжение в переменное. После инвертора переменное напряжение за счет трансформатора TR2 трансформируется до номинального, требуемого значения. На выходе трансформатора напряжение сглаживается на фильтре и подается переменное, сглаженное, синусоидальное напряжение, без каких-либо отклонений. При исчезновении напряжения питающей сети схема моментально переключается в автономный режим работы,

без скачка амплитуды и фазы выходного напряжения. В результате чего питание нагрузки осуществляется с помощью энергии АБ и преобразование напряжения до синусоидального значения. Напряжение от аккумулятора преобразуется в переменное, благодаря инвертору, который состоит из IGBT транзисторов. После инвертора переменное напряжение за счет трансформатора TR2 трансформируется до номинального значения. На выходе трансформатора напряжение сглаживается на фильтре и подается переменное, сглаженное, синусоидальное напряжение на нагрузку.

Нагрузка питается от сети с помощью байпаса в том случае, когда инвертор по каким – либо причинам не может обеспечить нагрузку требуемой мощности (перегрузка, разряд аккумулятора). Байпас состоит из полупроводниковых ключей в цепи байпаса, в качестве которых используются встречно-параллельные тиристоры или симистор. Также при питании от байпаса отсутствует стабилизация напряжения.

В рамках диссертационного исследования магистерской выпускной квалификационной работы, была спроектирована силовая часть ИБП, работающего на

асинхронный электропривод мощностью 7,5 кВт. Корректность разработанной методики проектирования силовой части ИБП подтверждается результатами моделирования работы асинхронного электропривода при питании от ИБП через разделительный трансформатор.

При моделировании электроприводов наиболее целесообразно использовать пакет *MatLab*. Название пакета происходит от словосочетания *MatrixLaboratory*, он ориентирован в первую очередь на обработку массивов данных (матриц и векторов). Именно поэтому, несмотря на достаточно высокую скорость смены поколений вычислительной техники, *MatLab* успевавал впитывать все наиболее ценное и важное из них [2]. Имитационная модель работы асинхронного электропривода от ИБП приведена на рис. 3. Динамическая механическая характеристика асинхронного электропривода, работающего от ИБП показана на рис. 4. Графики переходных процессов скорости ротора и электромагнитного момента при пуске асинхронного электропривода показаны на рис. 5.

Анализ результатов моделирования подтвердил корректность предложенной методики расчета силовой части ИБП.

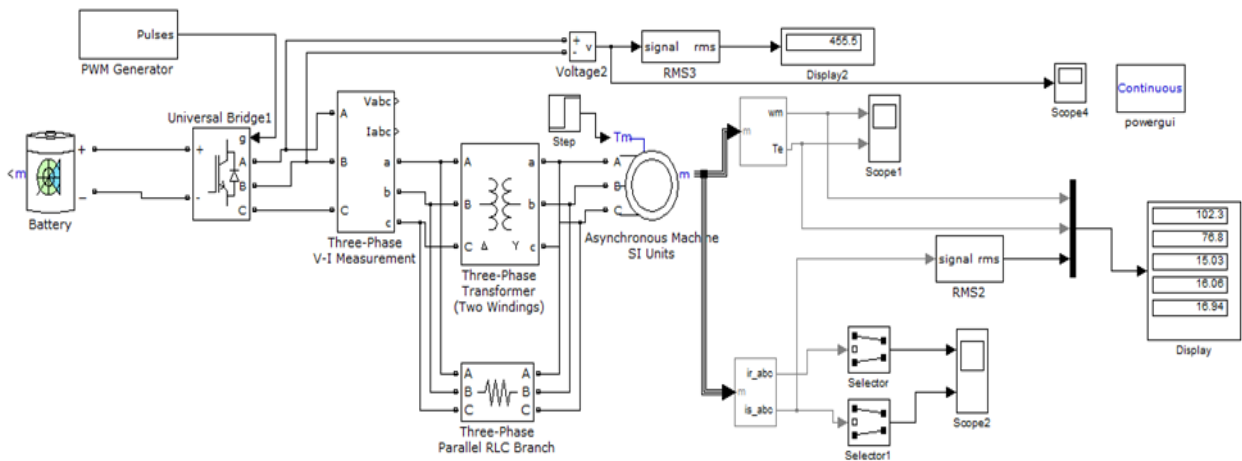


Рис. 3. Имитационная модель

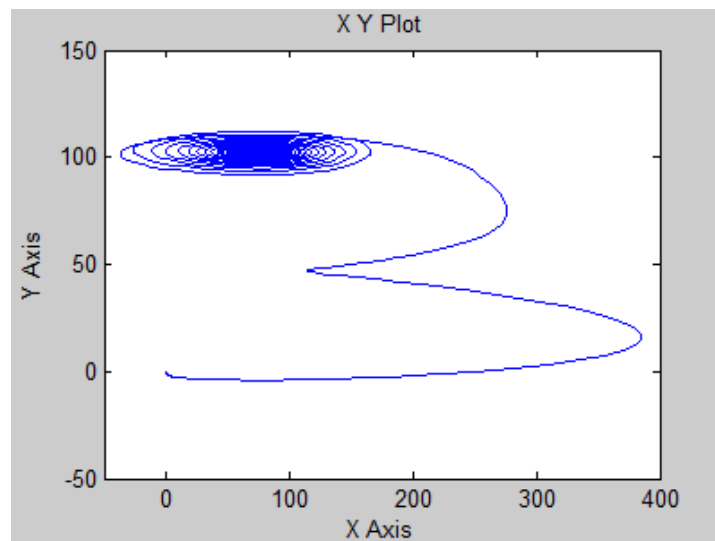


Рис. 4. Динамическая механическая характеристика асинхронного электропривода

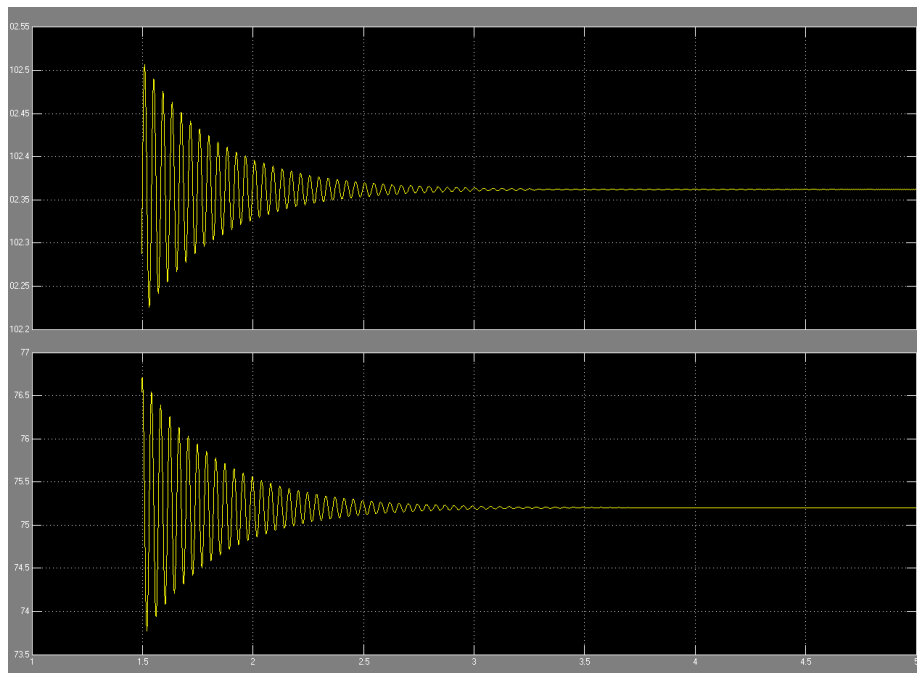


Рис. 5. Графики переходных процессов при пуске

#### Литература:

1.Тумаева Е.В., Кузин С.С. Минимизация потерь активной мощности в кабельных линиях электропередачи 0,4 кВ на предприятиях нефтехимии и нефтепереработки. Вестник Чувашского университета. - 2019. - № 1. - С. 154-160.

2.Автоматизированный электропривод с асинхронными двигателями: Учеб. пособие / С.С. Амирова, В.И. Елизаров, В.Г. Макаров, А.Н. Ладыгин, Е.В. Тумаева, Р.М. Одинабекова, В.В. Елизаров; Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2005. 223 с. ISBN 5-7882-0267-1.

3.Эраносян С., Ланцов В. Источники бесперебойного питания: новый подход к синтезу. Часть 2 // Силовая электроника. 2008. № 1.