

## **ФОРМИРОВАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ ЗНАЧЕНИЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШИРОТНО- ИМПУЛЬСНЫМИ СПОСОБАМИ С ПОМОЩЬЮ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ.**

*Хамидов Алиёр Аликул угли  
Расулова Барчиной Илхомиддин кизи  
Докторант Навоийский государственный  
горный и технологический университет*

**Аннотация:** Электроприводы играют важную роль при решении задач производства во всех областях народного хозяйства. Бурный технический прогресс в области электротехники и электроники, обусловленный созданием новой элементной базы, привел к существенным изменениям в теории и практике электропривода. При этом существенно возросло значение частотного регулируемого электропривода переменного тока и повышение его удельного веса в общем объеме создаваемых электроприводов. Это обусловлено существенным упрощением с его помощью кинематики рабочего механизма, а также необходимостью создания новых более совершенных технологических процессов.

**Ключевые слова:** электропривод, автономные инверторы напряжения и тока, асинхронный электродвигатель, широтно-импульсное регулирование, предкоммутационный ток, тиристор, широтно-импульсная модуляция, импульс, преобразователь, гармоника.

**Abstract:** Electric drives play an important role in solving production problems in all areas of the national economy. Rapid technological progress in the field of electrical engineering and electronics, due to the creation of a new element base, has led to significant changes in the theory and practice of electric drive. At the same time, the value of a frequency-controlled AC electric drive has significantly increased and its specific weight in the total volume of electric drives created has increased. This is

due to the significant simplification of the kinematics of the working mechanism with its help, as well as the need to create new, more advanced technological processes.

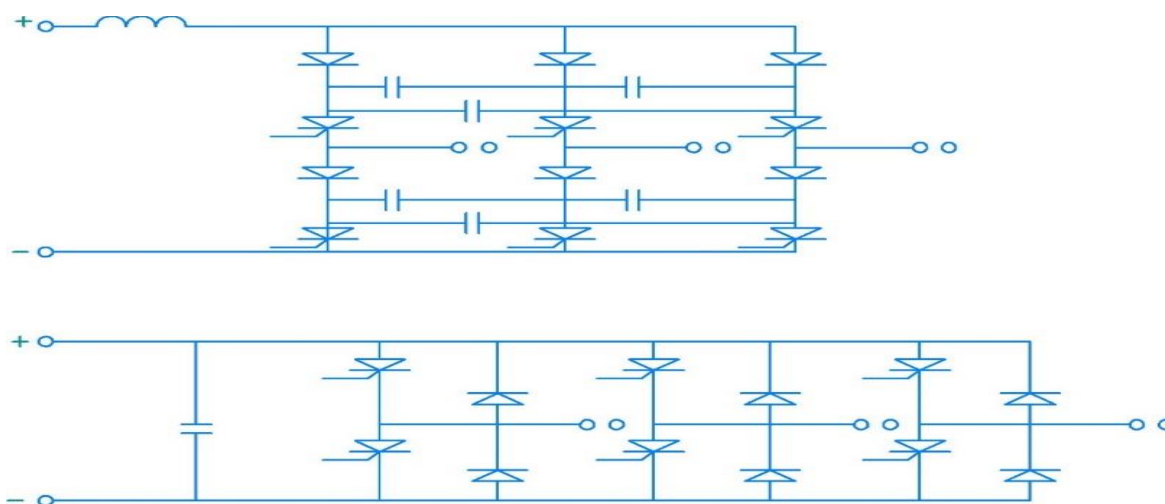
**Keywords:** electric drive, autonomous voltage and current inverters, asynchronous electric motor, pulse-width regulation, precommutation current, thyristor, pulse-width modulation, pulse, converter, harmonic.

Производство регулируемых электроприводов переменного тока ежегодно возрастает. Характерно, что привод переменного тока активно внедряется в те области, где традиционно считалось возможным применение только ДПТ (тяговой электропривод железнодорожного и городского транспорта, электропривод крупных экскаваторов и самосвалов, бумагоделательного оборудования, механизмов подачи металлорежущих станков и др. [5, с. 114, 10, с. 84]).

Для регулируемых внутренними средствами АИН, предназначенных для плавного, в широких пределах изменения, регулирования частоты вращения асинхронного двигателя, требуется разбиение полного диапазона регулирования на поддиапазоны с изменяемым числом импульсов в кривой выходного напряжения инвертора. Это обусловлено, в частности, необходимостью поддержания в допустимых пределах частоты переключения силовых вентилях и протекающих через них предкоммутационных токов. Требуемое при этом теоретическое обоснование к выбору параметров формирования и регулирования кривой выходного напряжения инвертора будет весьма полезным при проектировании и разработке систем электропривода на базе регулируемых внутренними средствами инверторов, какими являются АИН с ШИР.

В системах электропривода с АИН распространение получили два способа регулирования выходного напряжения: по цепи питания и внутренними средствами инвертора. В первом случае (Рис. 1) регулирование осуществляется с помощью управляемого выпрямителя (при питающей сети постоянного тока) или импульсного преобразователя при питающей сети постоянного тока. Во втором случае регулирование производится с совмещением функций изменения

напряжения и частоты в самом инверторе посредством формирования кривой выходного напряжения в виде одно- или двухполярных импульсов с изменяемой длительностью. Его применение позволяет либо упростить выпрямитель /может быть неуправляемым/, либо, как в случае питания от контактной сети городского транспорта, совсем исключить преобразователь постоянного напряжения на входе.



**Рис. 1. Силовые схемы автономных инверторов**

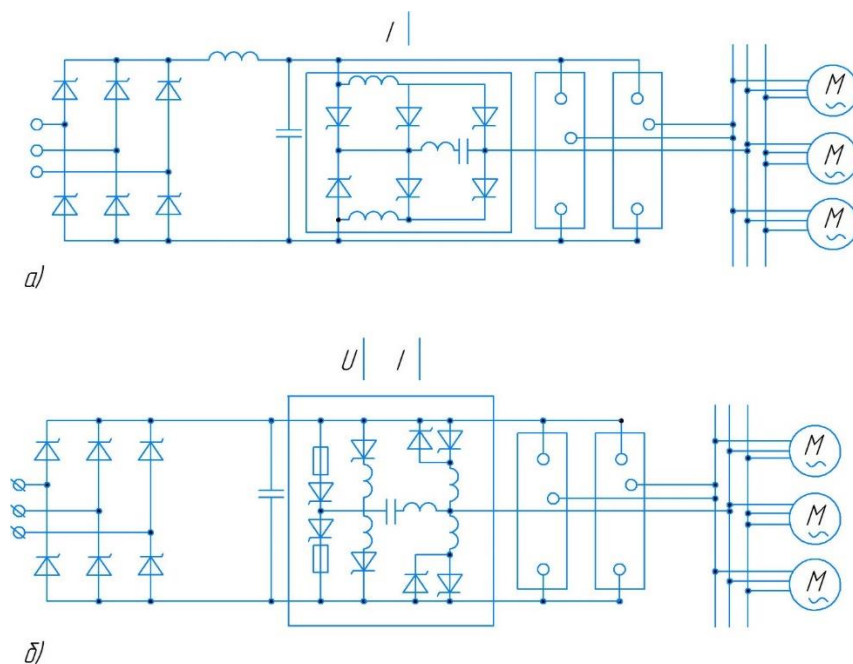
**а) тока, б) напряжения.**

На рис. 2 представлены силовые части двух тиристорных приводов с АИН, выпускаемых фирмой Siemens (ФРГ), Simovert, с управляемым выпрямителем – Simovert V (рис. 2,а) с неуправляемым выпрямителем и инвертором напряжения – Simovert P (рис. 2,б). Приведенные схемы представляют примеры реализации возможных способов регулирования выходного напряжения АИН (2,9). Для систем асинхронного электропривода все чаще отдается предпочтение способу регулирования напряжения внутренними средствами инвертора.

Регулирование внутренними средствами инвертора возможно производить методами широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и широтно-импульсными способами (ШИР).

При ШИМ кривая выходного напряжения инвертора формируется в виде импульсов с переменной на периоде длительностью, промодулированных по

синусоидальному или близкому к нему законам. Регулирование происходит с помощью изменения коэффициента модуляции. Кривая выходного напряжения инвертора может быть получена с малым содержанием наиболее нежелательных низших гармонических составляющих. Однако вследствие повышенной частоты коммутации в инверторе потери энергии в нем получаются, как правило, существенно большими, чем при других видах регулирования.



**Рис. 2. силовые схемы электроприводов:**

**а) Simovert V , б) Simovert P.**

Кроме того, из-за большого числа пауз в кривой выходного напряжения инвертора величина получаемого значения напряжения первой гармоники получается при ШИМ меньше, чем для других видов регулирования, что ухудшает использование питающего напряжения для получения требуемого его значения первой гармоники, что вызывает необходимость увеличения уровня питающего напряжения, что отрицательно сказывается на установленной мощности используемого оборудования. По указанным причинам методы ШИМ применяются при относительно низких частотах выходного напряжения (до 50-70Гц) [1, с. 88, 3, с. 105, 4, с. 198].

При широтно-импульсных способах регулирования кривая выходного напряжения инвертора формируется в виде импульсов с одинаковой на периоде длительностью. Регулирование осуществляется путем изменения длительности (ширины) всех импульсов. Кривая выходного напряжения при ШИР в зависимости от требуемого гармонического состава может формироваться с малым или большим числом импульсов на периоде. Верхний предел регулирования частоты здесь существенно выше, чем при ШИМ. Лучше также используется питающее напряжение для получения требуемой величины выходного напряжения [1, с. 54, 6, с. 114, 7, с. 72, 8, с. 64].

Возможность получения кривой выходного напряжения с допустимым содержанием высших гармонических составляющих при относительно небольшой частоте переключения вентилях – существенное достоинство методов ШИР по сравнению с ШИМ. В этом заключена главная причина повышенного внимания к ШИР при разработке инверторов для частотно-регулируемого электропривода с асинхронными двигателями средней и большой мощности, в том числе тягового.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бедфорд Б. К., Хофт Р. – Теория автономных инверторов. – М. Энергия 1969
2. Булгаков А. А. – Частотное управление асинхронным электродвигателем. – М. Наука 1969
3. Глазенко Т. А., Гончаренко Р. В. – Полупроводниковые преобразователи частоты в электроприводах. – М. Энергия 1969
4. Глазенко Т. А. – Полупроводниковые инверторы с широтно-импульсной модуляцией для систем электропривода. Изв. ВУЗов. Приборостроение 1965. Вып. 1.

5. Гулев О. Н., Иванченко Н. К., Курочка А. Л. – Проблемы создания электровозов с асинхронными тяговыми двигателями. Изв. ВУЗов. Электромеханика 1983. Вып. 11.
6. Забродин Ю. С. – Автономные тиристорные инверторы с широтно-импульсным регулированием. – М. Энергия 1977
7. Лабунцов В. А., Забродин Ю. С., Сытин А. П. – Широтно-импульсный способ регулирования автономных инверторов с независимой от параметров нагрузки формой кривой выходного напряжения. Вып.
8. Лабунцов В. А., Попков О. Э. – Влияние длительности открытого состояния тиристоров и коэффициента мощности нагрузки на гармонический состав кривой выходного напряжения. – Электротехн. Пром. Преобразовательная техника 1973. Вып.4.
9. Сандлер А. С., Сарбатов Р. С. – Преобразователи частоты или управления асинхронными двигателями. – М. Энергия 1966
10. Стромберг . – Преобразователи частоты для регулирования скорости короткозамкнутых асинхронных двигателей. 1982