

ДПС, выходной сигнал которого поступает через блок согласования БСО на микроконтроллер МК. Программно формируется команда на счетчик циклов СЦ и управляющее воздействие для включения пускателя приводного двигателя ПВИШ на открытие шиберов бункера через блок сопряжения исполнительных устройств БСИУ. Сигнал об открытом положении шиберов поступает с дискретного датчика ДШО на МК, который активирует счетчик времени СВр. Сигнал о количестве загружаемого угля поступает с датчика веса ДВ, расположенного в рессоре скипа, и записывается в счетчик веса СВ. В момент полной загрузки с ДВ поступает соответствующий сигнал через БСО на МК. В результате этого формируется управляющее воздействие, поступающее на пускатель ПВИШ. После закрытия шиберов срабатывает датчик ДШЗ. Счетчик СВр передает сигнал о фактическом времени загрузки скипа в постоянное запоминающее устройство ПВр. Количество загружаемой горной массы записывается в постоянное запоминающее устройство ПМ. Питание схемы осуществляется от блока питания БП и блока стабилизации БСТ, улучшающего характеристики напряжения искробезопасного уровня. Блок сопряжения с исполнительными устройствами контактов БСИУ служит для развязки вывода микроконтроллера с устройством телемеханическим шахтным УТШ и управления пускателем двигателя электропривода шиберов ПВИШ. Сигналы с ПЦ, ПВр, ПМ и БСИУ поступают на ЭВМ пульта горного диспетчера ЭВМПД, где программно обрабатываются и сопоставляются с показаниями технических средств учета электроэнергии.

Алгоритм работы устройства АВРС отличается тем, что при подходе скипа датчиком ДВ регистрируется вес угля в сосуде, и в момент полной разгрузки скипа подается команда на закрытие его шиберов и движение сосуда к загрузочному горизонту.

На действующей подъемной установке аппарата АВЗС расположена на погрузочном горизонте, позволяет измерять количество горной массы, время загрузки, количество циклов и передавать данную информацию на ЭВМПД посредством линий телемеханической связи УТШ.

У приемного бункера располагается аппаратура весовой разгрузки скипа АВРС, оценивающая количество циклов разгрузки, ее время и массу разгруженного материала.

Таким образом, горный диспетчер имеет возможность оперативно отслеживать перечисленные параметры загрузки и разгрузки скипа, расход электроэнергии, а также косвенно получать информацию о действительной эффективности работы подъема.

Внедрение разработанной аппаратуры весовой загрузки скипа повышает производительность работы шахтного подъема за счет учета затрат времени на операции загрузки (разгрузки) и движения скипа, а также возможности оценки реальных потерь горной массы в процессе эксплуатации подъемных сосудов.

#### Перечень ссылок

1. Дроздова, Л.Г. Стационарные машины: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007.– 157 с.
2. Толпежников Л.И.- Автоматическое управление процессами шахт и рудников: Учебник для вузов, 2-е изд., перераб и доп.-М.: Недра, 1985-436 с
3. Бухгольц В. П.- Датчики и реле автоматического контроля в горной промышленности.- М.: Недра, 1971-224 с.

УДК 621.314

### **КАЧЕСТВО ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ КАСКАДНЫХ МНОГОУРОВНЕВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ**

**Ханин А.В., студент**

*(Донецкий национальный технический университет, г.Донецк, Украина)*

На сегодняшний день наблюдается тенденция интенсивного внедрения силовой полупроводниковой техники в устройства передачи электроэнергии по ЛЭП, а также в

высоковольтных электроприводах переменного тока. В первом случае мы получаем так называемые гибкие системы передачи переменного тока (FACTS) на базе полупроводниковых преобразователей (ПП). Во втором – потребитель получает частотный электропривод (ЧЭП), позволяющий оптимизировать технологический процесс и режимы работы электрооборудования [1].

Общим вопросом для указанных случаев является построение рациональных схем ПП для среднего и высокого уровня напряжений, обладающих более высокими показателями качества выходного напряжения. Наилучшие показатели имеют так называемые каскадные многоуровневые преобразователи частоты (КМПЧ), используемые без дополнительных фильтров. При напряжении 6кВ КМПЧ типа «Perfect Harmony» или «TMdrive – MV» имеют 6 однофазных автономных инверторов напряжения (АИН) с изолированными источниками постоянного тока (ИПТ) на фазу. Выходное напряжение фазы КМПЧ имеет  $N=13$  уровней. Основной недостаток таких КМПЧ – высокая сложность силовых и информационных цепей преобразователя и, как следствие, высокая стоимость.

Принцип асимметрии при использовании в фазе КМПЧ АИН с разными уровнями напряжения кратными минимальному напряжению ИПТ, позволяют упростить силовую схему преобразователя частоты (ПЧ) при сохранении или увеличении количества уровней в выходном напряжении фазы КМПЧ.

**Цель работы.** Исследование и сравнение качества выходного напряжения КМПЧ типа «Perfect Harmony» и несимметричного КМПЧ (НКМПЧ) с кратностью напряжений АИН 1:3:6.

В качестве показателя качества возьмем коэффициент не синусоидальности кривой напряжения (коэффициент гармоник – THD):

$$K_{ГН} = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n U_{(i)}^2}}{U_{(1)}} = \frac{U_{(2)} + U_{(3)} + \dots + U_{(n)}}{U_{(1)}},$$

где  $U_{(i)}$ ,  $U_{(1)}$  – действующие значения  $i$ -ой и первой гармоник выходного напряжения соответственно [2].

Исследования преобразователей будем проводить с помощью пакета *Matlab* и его приложения *Simulink*. В качестве нагрузки была взята R-L нагрузка.

На рис.1 изображена математическая модель одной фазы упрощенного (без схем выпрямления) преобразователя частоты с 6-ю двухфазными АИН на фазу. Схема достаточно сложная, для формирования управляющих импульсов в схеме использована так называемая мультиплексорная ШИМ [3].

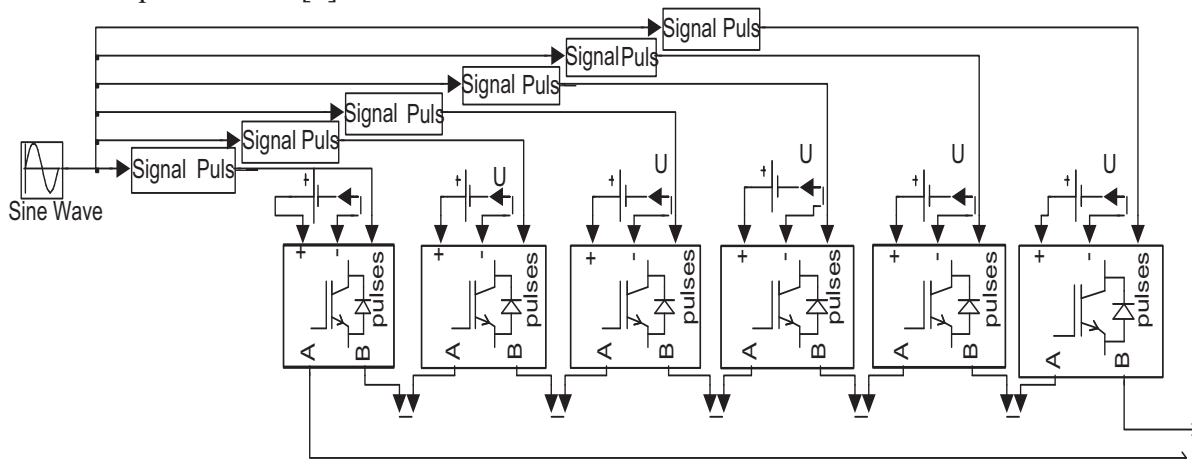


Рисунок 1 – Математическая модель одной фазы КМПЧ с шестью АИН на фазу

На рис.2 изображена математическая модель одной фазы упрощенного НКМПЧ.

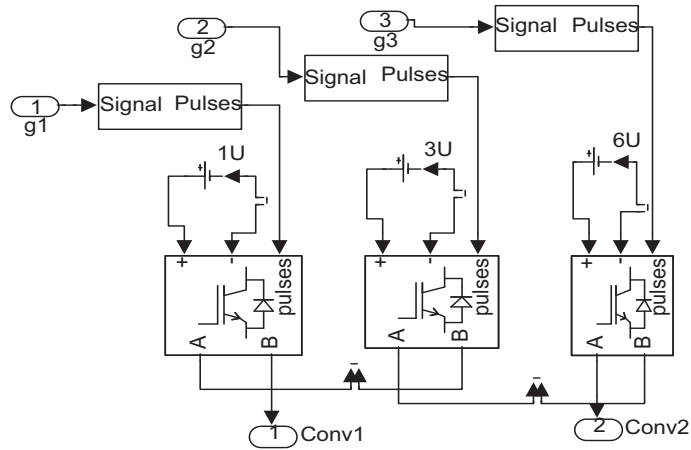


Рисунок 2 – Математическая модель одной фазы НКМПЧ с тремя АИН на фазу

Силовая часть схемы существенно упростилась. Управление ключами преобразователя осуществляется амплитудным способом, отличающимся простотой реализации и малым числом переключения ключей инверторов за период выходного напряжения (и как следствие малыми коммутационными потерями в полупроводниковых элементах). Такие сложные схемы преобразователей используют преимущественно для высоковольтного оборудования, поэтому исследование будем проводить для уровня выходного фазного напряжения – 6 кВ. Результаты моделирования приведены на рис.3, 4.

Проведем аналогичные действия для разных значений частоты и амплитуды выходного напряжения ПП. При этом будем регистрировать значение THD в кривой фазного напряжения на нагрузке, результаты запишем в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты исследования

Частота выходного напряжения, Гц	Действующее значение выходного напряжения, В	Коэффициент гармоник THD, о.е.	
		НКМПЧ с кратностью напряжений АИН – 1:3:6	КМПЧ с шестью АИН на фазу
10	1200	0.1425	0.9677
20	2400	0.0680	0.2664
30	3200	0.0438	0.2370
40	4800	0.0385	0.1975
50	6000	0.0230	0.1508
60	6000	0.0228	0.1465

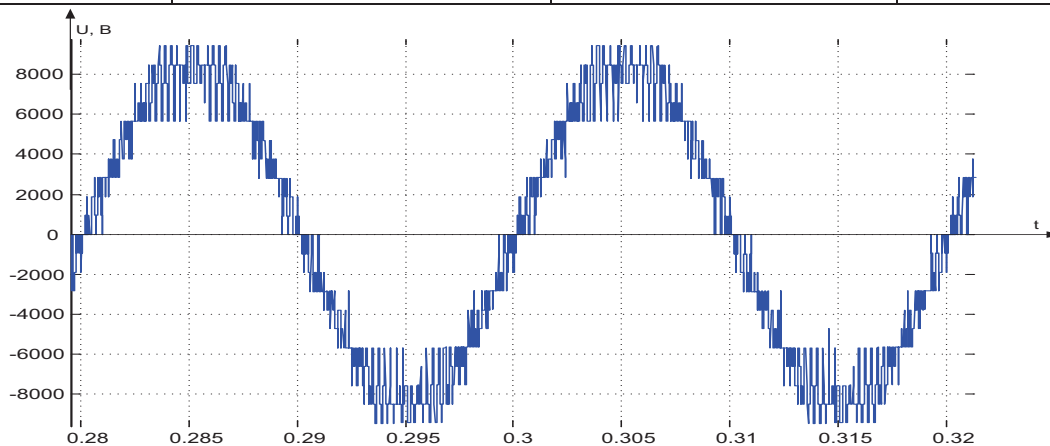


Рисунок 3 – Выходное напряжение одной фазы КМПЧ

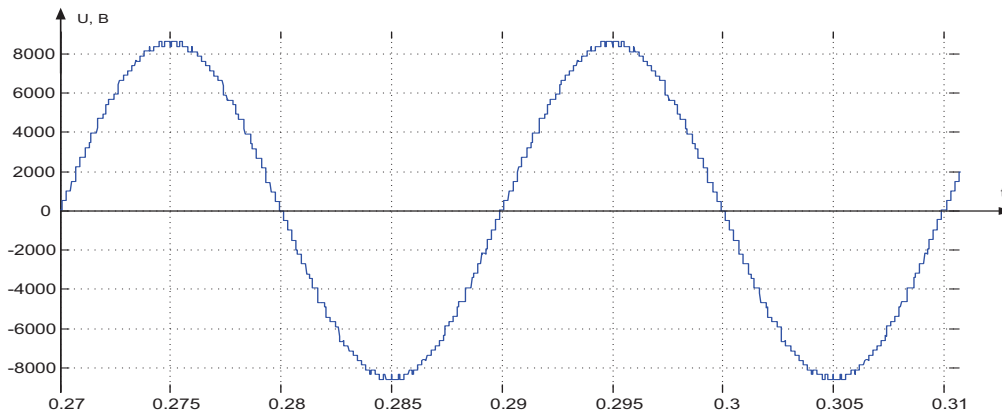


Рисунок 4 – Выходное напряжение одной фазы НКМПЧ

Как видим на всем диапазоне изменения частоты значение ТНД в схеме с НКМПЧ почти в шесть раз меньше чем в схеме с КМПЧ. При этом достигается значительное упрощение силовой схемы ПЧ (вместо 24 полностью управляемых ключей в одной фазе в случае КМПЧ получаем 12 ключей в фазе НКМПЧ), уменьшается частота коммутаций ключей АИН. Однако использование НКМПЧ сопровождается рядом нюансов [3]. Асимметрия напряжений АИН обуславливает использование полупроводниковых ключей на разный класс номинального напряжения, что удорожает ремонт и обслуживание схем

#### Перечень ссылок

1. Колпаков А., Карташев Е. Алгоритмы управления многоуровневыми преобразователями/ А. Колпаков// Науч.-прикл. журнал «Силовая электроника», 2009. – Ч.2. – С.57-65
2. Шавёлкин А.А. Каскадные многоуровневые преобразователи частоты с улучшенными энергетическими характеристиками// Наук.-приклад. журнал «Технічна електродинаміка».- Київ, 2010. – Ч.1. – С.65-70
3. Шавьолкін О.О. Перетворювальна техніка: навчальний посібник/ О.О. Шавьолкін, О.М.Наливайко. – Краматорськ, ДДМА, 2008. - 326с

УДК 663.97.051.1: 681.52

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПАСА УСТОЙЧИВОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ АСР ПРИ КОНТРОЛЕ ВЛАЖНОСТИ МАТЕРИАЛА ОПТИЧЕСКИМ ДАТЧИКОМ

**Косьянчук М.С., магистрант; Байдюк А.П., доцент, к.т.н.**

*(Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия)*

В статье ставится целью исследования изменения устойчивости импульсной АСР на примере сушки резаного табака при различных соотношениях параметров импульса и постоянной времени датчика. На рассматриваемом участке технологического процесса производства табака после сушильного барабана установлен датчик измерения влажности. При перемещении табака от выхода сушилки до датчика возникает время чистого запаздывания. Регулирование производится в функции влажности путем изменения интенсивности сушки. Учитывая, что барабанная сушилка для табака в первом приближении описывается передаточной функцией [1]

$$W_c(p) = \frac{k_c}{T_c p + 1},$$

где  $k_c$  – коэффициент передачи по каналу «температура-влажность теплоагента»,  $T_c$  – постоянная времени сушилки, и передаточная функция датчика описывается