ного метода воздействия) с возможностью произвольного подключения электродов к катоду или аноду любого источника. Такая возможность (при соответствующем размещении электродов на поверхности головы) позволит оказывать воздействие именно на ту область головного мозга, где это необходимо.

Разработка такого аппарата выполняется в лаборатории биомедицинской электроники при кафедре «Промышленная и биомедицинская электроника» Национального технического университета «ХПИ».

**Список литературы:** **1.** *Техника* и методики физиотерапевтических процедур (справочник) / Под ред. В.М. Боголюбова. – Тверь: Губернская медицина, 2002. – 408 с. **2.** *Ройтенбурд С.Р., Куликова (Лебединская) Е.И., Костюхина Н.А., Примакова О.О.* Методика применения электросна в медицинской практике // Электросон и его применение в медицинской практике: Материалы к V симпозиуму по проблемам электросна и электроанестезии. – М., 1976. – С. 24-33. **3.** *Кипенский А.В., Верещак А.П.* Сон, его расстройства и электролечение: Учебное пособие для студентов, изучающих электрон. мед. аппаратуру. – Харьков: Золотые страницы, 2004. – 168с. **4.** *Кипенский А.В., Куличенко В.В.* Аппарат для электросна и транскраниальной электроанальгезии с микропроцессорной системой импульсного управления // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Тематический вып. Автоматика и приборостроение. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. – № 17. – С. 107-110.

УДК 621.313.33

***Н.Е. ОСТРОВЕРХ,*** ***В.Н. ИВАНЕНКО***, канд. техн. наук, проф.

## ДВУХФАЗНЫЕ АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ В ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧЕ ТЕПЛОВОЗА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

При параллельной работе асинхронных тяговых двигателей в электропередаче тепловоза наблюдается неравномерное токораспределение по фазам отдельных двигателей. Причиной этого является разброс параметров обмоток двигателей, а также различие диаметров качения колесных пар тепловоза. В результате этого одни двигатели перегружены, другие несут меньшую нагрузку. Тепловое состояния перегруженных двигателей ухудшается и при длительной нагрузке это приводит к преждевременному износу изоляции обмоток и выходу двигателя из строя.

Одним из возможных способов выравнивания нагрузки параллельно работающих асинхронных двигателей является применение двухфазных асинхронных двигателей включенных на автономные инверторы напряжения

по специальной схеме [1]. В этой схеме три двухфазных асинхронных двигателя получают питание от двух трехфазных автономных инверторов напряжения (АИН), причем каждый инвертор осуществляет питание одноименных фаз всех трех двигателей. Выходное напряжение одного из инверторов сдвинуто по фазе относительно выходного напряжения другого на угол ®/2, что обеспечивает в машине вращающееся магнитное поле.

Предварительную оценку степени выравнивания нагрузки при работе двухфазных тяговых двигателей в электропередаче с трехфазными АИН можно осуществить по статическому режиму работы двигателей.

В дальнейшем будем считать, что обе фазы каждого двигателя имеют одинаковые параметры. Это дает возможность ограничиться рассмотрением одного из инверторов, на выход которого подключены одноименные фазы всех трех двигателей.

При таких допущениях схему включения двигателей можно рассматривать в виде трехфазной цепи с симметричными источниками ЭДС и несимметричной трехфазной нагрузкой с нагрузочными сопротивлениями $Z_{экв1}$, $Z_{экв2}$, $Z_{экв3}$, которые представляют собой эквивалентные сопротивления схем замещения каждого из двигателей.

Эквивалентное сопротивление по *Т*-образной схеме замещения асинхронного двигателя можно представить следующим соотношением

$$Z_{экв} = \left( r_1 + x_m R \frac{x - x_2^{'}}{R^2 + x^2} \right) + j \left( x_1 + x_m \frac{R_2^{'} + x_2^{'} x}{R^2 + x^2} \right),$$

где $R = r_2^{'} / S$, $X = x_m + x_2^{'}$.

Изменение скольжения каждого двигателя, а значит, и его нагрузки приводит к изменению $Z_{экв}$ схемы замещения, при чем суммарное значение скольжений всех трех двигателей остается неизменным, т.к. не изменяется их суммарный момент. Для каждого варианта разброса скольжений вычислялось смещение нейтрали и токораспределение по фазам двигателей. Напряжение смещения нейтрали перераспределяет напряжение на фазах двигателей. На перегруженной фазе напряжение падает, на недогруженной возрастает, что и приводит к равномерному токораспределению.

Расчет и анализ полученных результатов проводился для тягового асинхронного двухфазного двигателя, выполненного на базе двигателя ЭД-900, установленного на экспериментальном тепловозе ТЭ120.

Анализ показал, что разница в токах статорных обмоток между двигателем, работающим с номинальным скольжением, и двигателями, разброс скольжений которых достигает 40%, не превышает 6,5%.

Результаты расчетов показывают, что при наличии нулевого провода эффект выравнивания нагрузки отсутствует, а распределение токов между обмотками двигателей такое же, как если бы они питались не по групповой схеме, а по раздельной, т.е. по схеме с независимыми в электрическом отношении двухфазными инверторами.

**Список литературы: 1.** А.с. 1364507 СССР МКИ B60 L9/28. Тяговый электропривод транспортного средства / Ю.И. Гусевский, В.Н. Иваненко, С.И. Рогачев, В.С. Марченко. – 11956325; Заявлено 27.06.65; Опубл. 02.01.88, Бюл. № 1. – 2 с.

УДК 658.012

***С.А. ПЕРИКОВ, В.Б. КЛЕПИКОВ***, докт. техн. наук,
***С.Н. БОНДАРЕНКО***

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РАЗМАТЫВАТЕЛЯ ТОНКОЛИСТОВОГО ПРОКАТНОГО СТАНА

Электропривод разматывателя металлического полосового материала играет важную роль в системе автоматизированного многодвигательного электропривода листовых станов холодной прокатки, листовых станов горячей прокатки и агрегатов обработки металлической полосы. Неудовлетворительное управление вышеупомянутым электроприводом может привести к разнотолщинности прокатываемой полосы, то есть браку продукции, а также к преждевременному износу валков первой клети стана.

В связи с этим к электроприводу разматывателя предъявляются требования поддержания постоянства натяжения полосы во всех режимах работы, независимо от величины линейной скорости и диаметра разматываемого рулона. В свою очередь, для выполнения этого требования необходимо изменять статический момент на валу приводного двигателя пропорционально диаметру рулона, а также осуществлять компенсацию динамической составляющей момента при изменении линейной скорости, при этом частота вращения должна возрастать пропорционально изменению диаметра рулона.