

JOURNAL OF ENERGETICS AND AGRICULTURAL ENGINEERING



**A SPECIAL ISSUE DEDICATED TO THE 80TH ANNIVERSARY OF THE
BIRTH OF PROFESSOR ABDURAKHMON RADJABOV.**

EDITOR-IN-CHIEF

Prof. Dr. Obid Tursunov
Professor at TIIAME National Research University

CO-EDITOR

Prof. Dr. Dilshod Kodirov
Dean, Faculty of Energy
TIIAME National Research University

ASSOCIATE EDITORS: Acad. Prof. Dr. Romen Zakhidov Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Prof. Dr. Jan Wincenty Dobrowolski Fellow of World Academy of Sciences; AGH University of Science and Technology, Poland, Prof. Dr. Antoni Stasch President of the European Academy of Technology and Management, Germany, Prof. Dr. Yang Yang Huazhong University of Science and Technology, China, Prof. Dr. Yuguang Zhou China Agricultural University, China, Prof. Dr. Hamiyet Şahin Kol Karabuk University, Turkey, Prof. Dr. Ziyodulla Yusupov Department of Electrical-Electronics, Karabuk University, Turkey, Assoc. Prof. Dr. Muhammet Kayfeci Department of Energy Systems Engineering, Karabuk University, Turkey, Assoc. Prof. Agnieszka Klimek-Kopyra University of Agriculture in Krakow, Poland, Asst. Prof. Dr. Songül Kaskun Department of Environmental Engineering, Karabuk University, Turkey, Dr. Andrey Kuzmin Institute for Engineering Thermal Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Dr. Sergii Sergienko CICECO – Aveiro Institute of Materials, University of Aveiro, Portugal, Dr. Aleksandra Wagner AGH University of Science and Technology, Poland, Dr. Katarzyna Zubek AGH University of Science and Technology, Poland, Prof. Dr. Adib Habbal Department of Electrical-Electronics, Karabuk University, Turkey.

MANAGING EDITORS: Prof. Dr. Muratov Khakim Institute of Energy Problems Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Prof. Dr. Siddikov Ilxom TIIAME National Research University, Uzbekistan, Prof. Dr. Mirzabayev Akrom TIIAME National Research University, Uzbekistan, Prof. Dr. Berdishev Abdurakhim TIIAME National Research University, Uzbekistan, Prof. Dr. Boqiev Abduljalol Institute of Energy Problems Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Prof. Dr. Khamidov Shukhrat Institute of Energy Problems Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Prof. Dr. Pirimov Odil TIIAME National Research University, Uzbekistan, Prof. Dr. Ismailov Mirhalil TIIAME National Research University, Uzbekistan, Prof. Dr. Gaziyeva Rano TIIAME National Research University, Uzbekistan, Prof. Dr. Kadirov Kamoliddin Institute of Energy Problems Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Ibragimov Matkarim TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Baratov Rustam TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Matchonov Oybek TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Eshpulatov Nodir TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Sirojiddin Khushiev TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Jurabek Izzatillaev TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Adilov Yalkin TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Denmuxammadiyev Aktam TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Yusupov Dilmurod Institute of Energy Problems Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Tolipov Jamshid Institute of Energy Problems Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Turdibayev Abduvali TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Nuraliyeva Nodira TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Markayev Nuriddin TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Kholiknazarov Urolboy Tashkent State Agrarian University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Davirov Alisher TIIAME National Research University, Uzbekistan, Asst. Prof. Dr. Ozodov E'zozbek TIIAME National Research University, Uzbekistan, Dilmurod Akbarov TIIAME National Research University, Uzbekistan.

Note: Only the authors of the article are responsible for the content and materials of the article. The editorial board does not respond to the content of the article!

Founder: National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"

Our address: 39, Kari-Niyaziy str., Tashkent 100000 Uzbekistan.

The journal "Journal of Energetics and Agricultural Engineering" is registered in the Press Agency of Uzbekistan on the 30th of September in 2022 (license № 041171).



EFFICIENT ELECTROTECHNOLOGIES IN THE AGRO-INDUSTRY

F.Khoshimov, K.Kadirov, A.Kushev, Kh.Yusupaliyeva, A.Tukhtashev
Assessment of opportunities for improving energy efficiency in industrial enterprises based on energy performance indicators.....5

N.Nuraliyeva
Conversion of mobile agricultural machinery to electric drive.....10

З.Рузикулов, А.Камардин, Р.Базаров, Ш.Музафаров, А.Овчаренко
Плазменно-химический синтез оксидов азота из атмосферного воздуха и их применение в агротехнологиях.....17

O.Matchonov, N.Sapayev, B.Baltabayev
Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish jarayonida ionizatorli texnologiyadan foydalanish imkoniyatlari (paxta xomashyosi misolida).....21

X.Muratov, J.Tolipov A.Saidov
Taqsimlangan generatsiya sharoitida elektr tizimlarini optimallashtirishda fuzzy-pso algoritmini qo'llash.....25

D.Akbarov, M.Ibragimov
Prospects of combined methods for protection of electric motors against abnormal operating modes in agricultural applications.....29

INNOVATIVE SOLUTIONS IN AGRICULTURE

Putu Teta Prihartini Aryanti
Energy-efficient gravity-driven membrane systems for sustainable water management in agricultural applications.....33

M.Ibragimov, A.Tursunov, G'Jumanov
Baliqchilik xo'jaligi yopiq suv ta'minot tizimlaridagi suvni tozalashda elektroflotatori qo'llash...39

S.Ismailov
Automation of drip irrigation in agriculture through an intelligent irrigation system (IIS): an innovative approach to drought resilience.....42

X.Irisov, M.Shermatova
Agrodron rezervuadagi ishchi suyuqlik chayqalishini barqarorlashtirish.....46

RENEWABLE ENERGY SOLUTIONS

D.Qodirov, A.Davirov, R.Qobilov
Energiya tizimi cheklovlarini hisobga olgan holda elektromobillarni zaryadlash vaqt oralig'ini intellektual rejalashtirish.....49

И.Сиддиков, Г.Мустофоев, Х.Мамадиев
Мониторинг показателей качества энергопотребления асинхронных двигателей насосных станции на основе преобразователя несимметричности трехфазного тока в напряжение.....53

J.Izzatillayev, D.Allanazarov
Mikrotarmoq tizimlarida global ilmiy tadqiqot tendensiyalari: 2015–2025 yillar bibliometrik tahlili.....57

DIGITAL TECHNOLOGIES IN ENGINEERING

D.Misliboyev, O.Pirimov
Automatic control systems for activated sludge concentration to improve energy efficiency in wastewater treatment: a bibliometric review.....61

R.Baratov, Y.Cho'lliyev, Hae Woon Choi, M.Saydaliyev, O.Xasanov
Markazdan qochma nasoslarda ikki fazali oqimning gidrodinamik xususiyatlarini eksperimental tadqiq etish.....65

A.Denmuxammadiyev, A.Pardayev, N.Qurbonaliyeva
Servo yuritma yordamida bir xil massadagi yuklarni aylantiradigan mexatronik tizim.....69

A.Djalilov, O.Nazarov, I.Komilov
Vaqt - impuls usuliga asoslangan ultratovushli suv sarfini o'lchash datchigi.....73

А.Арифжанов, А.Абдуганиев
Концепция автоматизации управления поливом с применением современных информационных технологий.....76

МОНИТОРИНГ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭНЕРГОПОРЕБЛЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НЕСИММЕТРИЧНОСТИ ТРЕХФАЗНОГО ТОКА В НАПРЯЖЕНИЕ

Илхомжон Сиддиков - профессор Национального исследовательского университета "ТИИИМСХ"
isiddikov.1954@gmail.com

Ганишер Мустофоев - ассистент Национального исследовательского университета "ТИИИМСХ"
mustofoyevg@gmail.com

Хумоюн Мамадиев - докторант Национального исследовательского университета "ТИИИМСХ"
xumoyunmamadiyev@gmail.com

Аннотация

Установлено анализом, что в Узбекистане насосные станции Министерства водного хозяйства в течении одного года потребляют примерно $W_a = 8,2$ млрд кВт*ч активной электрической энергии, при нормативных значениях коэффициента реактивной мощности ($\text{tg}\varphi_{\text{норм}} = 0,25$ (для электрических сетей напряжением 220/380 В) и соответственно 0,32 (для электрических сетей напряжением 6(10) кВ) и соответственно $W_p = (25-32\%)W_a$ млрд кВАр*ч реактивной электрической энергии.

Ключевые слова: Асинхронные двигатели, активная и реактивная мощность, потери электроэнергии, показатели качества электроэнергии.

MONITORING THE POWER CONSUMPTION QUALITY INDICATORS OF PUMPING STATION ASYNCHRONOUS MOTORS BASED ON A THREE-PHASE CURRENT ASYMMETRY TO VOLTAGE CONVERTER

Ilkhomjon Siddikov – Professor, National Research University "TIAME", isiddikov.1954@gmail.com

Ganisher Mustofoyev – Assistant, National Research University "TIAME", mustofoyevg@gmail.com

Khumoyun Mamadiyev – PhD Student, National Research University "TIAME", xumoyunmamadiyev@gmail.com

Abstract.

Analysis has established that in Uzbekistan, the pumping stations of the Ministry of Water Resources consume approximately $W_a = 8.2$ billion kWh of active electrical energy per year. At the standard values of the reactive power coefficient ($\text{tg}\varphi_{\text{норм}} = 0.25$ for 220/380 V electrical networks and 0.32 for 6(10) kV electrical networks), the reactive electrical energy consumption amounts to $W_p = (25-32\%) W_a$ billion kVAh, respectively.

Keywords: Asynchronous motors, active and reactive power, electrical energy losses, power quality indicators.

Введение. Как известно, асинхронные двигатели насосных установок насосных станции нуждаются в активной и реактивной энергии для нормального функционирования. Активная мощность (P) и активная электрическая энергия (W_a) потребляется для выполнения полезной работы, [1-2] т.е. для обеспечения вращения вала насосных установок, а реактивная мощность (Q) и реактивная электрическая энергия (W_p) используется в основном для создания магнитного поля и магнитного потока [3].

Потери активной (ΔW_a) и реактивной (ΔW_p) электрической энергии во время транспортировки и потребления асинхронными электродвигателями насосных установок определяются на основе следующих формул [2]:

Время максимальных потерь τ – это условное число часов, в течение которых максимальный трехфазный ток, потребляемый асинхронным двигателем насосными установками насосных станций, создает потери электрической энергии, равные действительным потерям активной и реактивной энергии в течении года.

Снижение потребляемой реактивной мощности энергии снижает энергопотребление трехфазными асинхронными, снижает потери мощности и потери напряжения. Это приводит к меньшему расходу топлива.

Применение источников реактивной мощности в виде косинусные конденсаторные установки мощностью $Q_{\text{кв}}$ в значительной степени обеспечивает уменьшение

составляющие потерь электрической энергии [4]:

$$\Delta W_a = (P^2 + (Q - Q_{\text{кв}})^2) R \tau / U^2 \quad (3)$$

$$\Delta W_p = (P^2 + (Q - Q_{\text{кв}})^2) X \tau / U^2 \quad (4)$$

Во многих насосных станциях потребление электрической энергии отсутствует дистанционный мониторинг показателей качества электрической энергии, потребляемые асинхронными двигателями в режиме реального времени. Если учесть то, что асинхронные двигатели насосных станций потребляют значительную часть (до 15%) электроэнергии от общего годового потребления всей республики, отсутствие мониторинга показателей качества электроэнергии приводит к увеличению потребления электроэнергии.

Снижение качества электроэнергии, потребляемые асинхронными двигателями насосных станций обуславливает:

- увеличение потерь активной и реактивной электроэнергии,
- ускоренное сокращение срока службы электрооборудования,
- рост потребления активные и реактивные составляющие электрической энергии и установленные мощности,
- нарушение режима работы и неправильные срабатывания устройств защиты и автоматики,
- перегрев электродвигателей,
- сбои в работе цифровых систем мониторинга,
- вероятность возникновения коротких замыканий статор-

ных и роторных обмотках асинхронного двигателя,

- некорректная работа системы учета электроэнергии.

В соответствии с ГОСТ 13109-87 различают основные и дополнительные показатели качества электроэнергии. К основным показателям качества электроэнергии, определяющим свойства электрической энергии, которые характеризуют ее качество, относятся несинусоидальность и несимметрия напряжений трехфазного тока [5].

Несинусоидальностью напряжения называется отклонение зависимости напряжения от синусоидального закона изменения во времени. ЭДС первичных источников питания (синхронных генераторов) удовлетворяет требованиям ГОСТ. Поэтому основной причиной несинусоидальности являются приемники с нелинейными вольтамперными характеристиками (вентильные преобразователи, электродуговые печи, сварочные установки, газоразрядные лампы и др.). Потребляемые трехфазными асинхронными двигателями насосных станции токи наряду с основной содержат и высшие гармоники. Протекая по общим сетям питания, они вызывают падения напряжения, которые, накладываясь на основную гармонику, приводят к искажению формы кривой напряжения на выводах асинхронных двигателей насосных станций.

Несинусоидальность напряжения неблагоприятно сказывается на работе различного силового электрооборудования, систем релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи, вызывает дополнительные потери энергии.

Для нормальной работы трехфазного асинхронного двигателя насосной станции показатель несинусоидальности напряжения - коэффициент искажения синусоидальности напряжения и коэффициент n-ой гармонической составляющей напряжения (THD [%]) должен составлять до 10%, а показатель несимметричности величин трехфазной электрической энергии должен составлять 2-4 % [5-6].

Данная работа посвящена к решению вопросов электроснабжения трехфазных асинхронных двигателей насосных станций, в частности к преобразователям несимметрии трехфазного тока электрической энергии, и может найти широкое применение в системах мониторинга активной и реактивной мощности трехфазного асинхронного электродвигателя.

Известны устройства для преобразования несимметричности трехфазного тока в напряжение, содержащее в стержневой магнитопровод, вдоль оси которого выполнены три выемки для расположения первичных фазных обмоток и между средним и крайними выемками сделаны два воздушных зазора, в которых установлены плоские измерительные катушки, соединенные встречно [7-9].

Недостатками устройств являются то, что они имеют большие продольные габаритные размеры и ограничивающий область применения преобразователя в трехфазных асинхронных электродвигателях из-за неуправляемости воздушного зазора, предназначенного для установки плоские измерительные обмотки и изоляционные линейки.

Метод: Цель разработанного устройства является расширение функциональные возможности при преобразовании показателей качества трехфазных первичных токов электроснабжения асинхронного двигателя с токопроводами, соединенные по схемам “звезда” и “треугольник” на сигналы в виде выходные напряжения на основе разработанной формы магнитопровода и плоских измерительных обмоток.

Техническая сущность разработанного устройства заключается в двойном преобразовании неравенств трехфазных первичных токов параллельными петлями измерительных обмоток, установленные на каждой фазе статора, соединения их по схемам – “Y” и “треугольник” - “Δ”, вы-

ходные сигналы в виде вторичных напряжения от петель измерительных обмоток отличаются друг от друга и по величинам, и по фазе, соответствующей укладки обмотки статора и расположения их в межполюсном пространстве обеспечивает расширение функциональные возможности преобразования несимметричных величин и параметров трехфазных первичных токов статорных обмоток асинхронного двигателя представленной на рис. 1 [9-10].

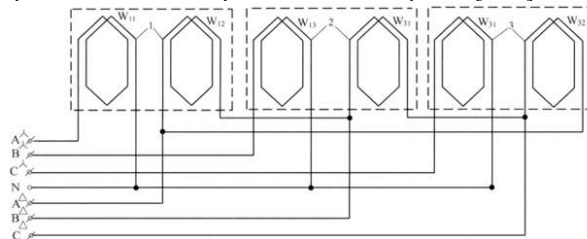


Рис 1. Схема соединения асинхронного двигателя.

Соединения по схемам “звезда” – “Y” и “треугольник” - “Δ” параллельных петель измерительной обмотки несимметричности первичных токов обмоток статора асинхронного электродвигателя представлена на рис.2.

В преобразователе несимметричности трехфазных токов на выходных напряжения измерительных обмоток, состоящая из параллельных петель измерительных обмоток 1, 2 и 3, причем для фазы А измерительная обмотка 1 с числом витков W_1 , состоит из петель - W_{11} и W_{12} , для фазы В измерительная обмотка 2 с числом витков W_2 , состоит из петель W_{21} и W_{22} и для фазы С измерительная обмотка 3 с числом витков W_3 , состоит из петель W_{31} и W_{32} .

Параллельные петли W_{11} и W_{12} , W_{21} и W_{22} , W_{31} и W_{32} измерительных обмоток выполнены аналогично, расположены соответственно по два на между полюсами статора, соединены по схемам “звезд” и “треугольник”, причем способ укладки параллельных петель измерительных обмоток соответствует способу укладки обмотки статора асинхронного электродвигателя.

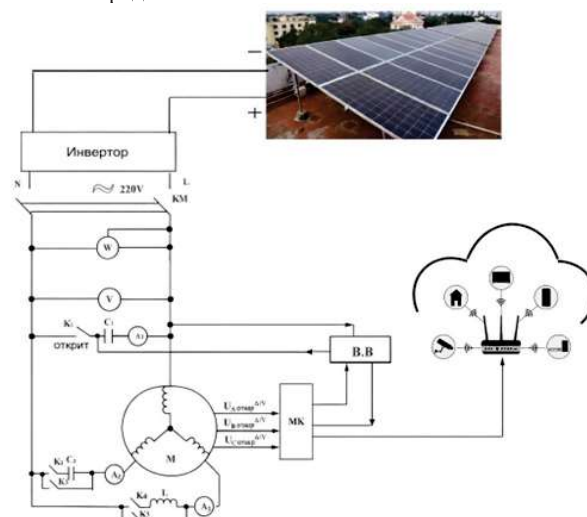


Рис.2. Соединения по схемам “звезда” – “Y” и “треугольник” - “Δ” параллельных петель измерительной обмотки несимметричности первичных токов обмоток статора асинхронного электродвигателя.

Благодаря двойного преобразование неравенств величин и фазы трехфазных первичных токов параллельными петлями измерительных обмоток, установленные на каждой фазе статора, соединенные по схемам “звезда” и “треугольник”, выходные сигналы в виде вторичных напряжения отличаются друг от друга и по величинам, и по фазе, соответствующая укладка измерительных обмотки и обмотки статора, расположения измерительных обмоток

в межполюсном пространстве статора обеспечивает расширение функциональные возможности, связанные с обеспечением возможности одновременного преобразования несимметричных токов трех фаз статорной обмотки асинхронного двигателя.

Результаты и Обсуждение: При симметричности первичных трехфазных токов обмоток статора, выходные напряжения из петель измерительных обмоток определяются следующим образом:

- для петель измерительных обмоток, соединенные по схеме "звезда", выходные напряжения определяются относительно напряжения нулевого провода "N" следующим образом:

$$\begin{aligned} \Phi_{\mu A} &= I_A W_{cA} / R_{\mu} \\ \Phi_{\mu B} &= I_B W_{cB} / R_{\mu} \\ \Phi_{\mu C} &= I_C W_{cC} / R_{\mu} \end{aligned} \quad (6)$$

Где:

$R_{\mu} = l_{\mu} / \mu F$ – магнитное сопротивление магнитопровода статора,

l_{μ} - длина пути магнитного потока,

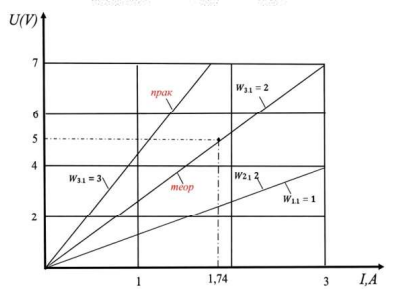
F - сечение участка магнитопровода статора.

- для петель измерительных обмоток, соединенные по схеме "треугольник", выходные напряжения определяются как геометрическая сумма выходных напряжении петель, соединенные по схеме "звезда", т.е.

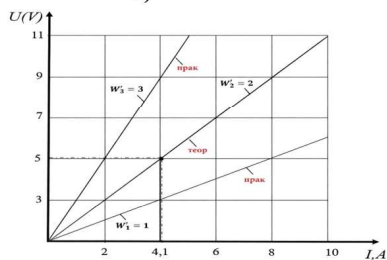
$$\begin{aligned} U_{ab}^{\Delta} &= (U_a^Y + U_b^Y) = 4,44 (W_{12} + W_{22}) f (\Phi_{\mu A} + \Phi_{\mu B} + \Phi_{\mu C}) \\ U_{bc}^{\Delta} &= (U_b^Y + U_c^Y) = 4,44 (W_{22} + W_{32}) f (\Phi_{\mu B} + \Phi_{\mu C} + \Phi_{\mu A}) \\ U_{ca}^{\Delta} &= (U_c^Y + U_a^Y) = 4,44 (W_{32} + W_{12}) f (\Phi_{\mu C} + \Phi_{\mu B} + \Phi_{\mu A}) \end{aligned} \quad (7)$$

Разность напряжений, характеризующие несимметричность первичных токов обмотки статора асинхронного двигателя определяются напряжениями на выводах петель измерительных обмоток, соединенные по схемам "звезда" и "треугольник", причем при симметричном режиме работы асинхронного двигателя они будут равны нулю:

$$\begin{aligned} U_{несм.ab} &= U_{ab}^{\Delta} - U_{ab}^Y = 0 \\ U_{несм.bc} &= U_{bc}^{\Delta} - U_{bc}^Y = 0 \\ U_{несм.ca} &= U_{ca}^{\Delta} - U_{ca}^Y = 0 \end{aligned} \quad (8)$$



а)



б)

Рис. 3. Статические характеристики вторичных выходных напряжений с обмоток электромагнитного преобразователя

зователя тока обмотки статора асинхронного двигателя

При появлении несимметричности первичных токов в обмотках статора, выходные напряжения из петель измерительных обмоток отличаются друг от друга и по величинам и по фазе в виде разности напряжений на выводах петель измерительных обмоток, соединенные по схемам "звезда" и "треугольник" и определяются следующим образом:

$$\begin{aligned} U_{несм.ab} &= U_{ab}^{\Delta} - U_{ab}^Y \neq 0, \\ U_{несм.bc} &= U_{bc}^{\Delta} - U_{bc}^Y \neq 0, \\ U_{несм.ac} &= U_{ca}^{\Delta} - U_{ca}^Y \neq 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Статические характеристики вторичных выходных напряжений с обмоток электромагнитного преобразователя тока и переменного тока обмотки статора асинхронного двигателя представлены на рис. 3.

Экспериментальный стенд для исследования электромагнитного преобразователя токов статора асинхронного двигателя, питаемого от источника - солнечной энергетической панели представлен на рис. 4.

Таблица 1

Динамические характеристики контроля выходных значений электромагнитных преобразователей тока при номинальной нагрузке асинхронного двигателя

Схема	Оциллограммы	THD [%]	Выходное напряжение, $U_{вых}, [V]$	Ток $I_m, [A]$
Схема с C1		THD = 6,4 %	$U_{вых} = 3,04 V$	$I_C = 0,97 A$
Схема с C1 и L		THD = 6.01 %	$U_{вых} = 3,11 V$	$I_{C1} = 1,04 A$ $I_L = 0,30 A$
Схема с C1 и C2		THD = 5,8 %	$U_{вых} = 4,1 V$	$I_{C1} = 0,78 A$ $I_{C2} = 0,33 A$
Схема с C1, C2 и L		THD = 4,5 %	$U_{вых} = 4,3 V$	$I_{C1} = 0,75 A$ $I_{C2} = 0,36 A$ $I_L = 0,22 A$

При подключении обмотки статора трехфазного асинхронного двигателя к электросети с солнечной панелью только через фазосдвигающий конденсатор (C1) с $K_{нд} = 6,4\%$ и через фазосдвигающую индуктивность (L), фазосдвигающий (C1) и компенсирующий (C2) конденсаторы (с L, C1 и C2) с $K_{нд} = 4,5\%$ показатель неспинальности улучшается до $\Delta = ((6,4 - 4,5) / 4,5) * 100\% = 42,2\%$ в номинальной нагрузке асинхронного двигателя.



а)



б)

Рис. 4. Экспериментальный стенд для исследования электромагнитного преобразователя токов статора асинхронного двигателя, питаемого от источника - солнечной энергетической панели

а - стенд для экспериментальных измерений процесса в электромагнитных преобразователях тока статора асинхронного двигателя; б - способ размещения измерительных чувствительных элементов колец между пазами статора и

изоляционными клиньями асинхронного двигателя.

Новизна исследования заключается в следующем:

разработан принцип построения преобразователя сигнала электромагнитного преобразователя тока активной и реактивной мощности трехфазного асинхронного двигателя, питающегося от сети солнечной батареи – источника солнечной энергии и косинусной конденсаторной установки;

сформулирована аналитическая модель процессов преобразования сигнала, происходящих в нормальных и несинусоидальных условиях в результате преобразования первичного тока обмотки статора асинхронного двигателя.

Заключение. Разработано устройство для мониторинга показателей качества электроэнергии, потребляемой обмоткой статора асинхронного электродвигателя, выполненное в виде электромагнитного преобразователя показателей качества трехфазных токов в напряжение и позволяющее преобразовать показатели несинусоидальности и несимметричности первичных токов во всех её режимах работы.

Преобразование несимметричности величин и фазы трехфазных первичных токов параллельно расположенными петлями измерительных обмоток, соединенные по схемам “звезда” и “треугольник”, установленные на каждом пространстве между полюсами статора, выходные сигналы от петель схем измерительных обмоток в виде вторичных напряжении отличаются друг от друга и по величинам, и по фазе, которые соответствуют способу укладки обмоток статора а также расположения измерительных обмоток в межполюсном пространстве статора обеспечивает расширенную возможность одновременного преобразования показателей качества и мониторинг трехфазных токов обмоток статора асинхронного двигателя насосной станции.

Литературы

1. Проект REP-23112021/18. Система мониторинга энергоэффективности эксплуатируемых ирригационных насосных станций в Узбекистане. 30.03.2024. <https://international.tiiame.uz/ru/page/Energy%20efficiency>
2. Приказ Государственной инспекции по надзору в электроэнергетике «Узгосэнергонадзор» Об утверждении Положения о порядке организации работ по компенсации реактивной мощности [Зарегистрирован Министерством юстиции Республики Узбекистан 10 октября 2008 г. Регистрационный № 1864].
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Ташкент, ГИ Узэнергоинспекция, 2007, 732 с .
4. Бойназаров, Б. Б., эт ал. (н.д.). Метод расчета потер мощности в электрических сетях. <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-rascheta-poter-moschnosti-v-elektricheskikh-setyah/viewer>
5. Gosstandart. (1987). GOST 13109-87. Elektricheskaya energiya. Trebovaniya k kachestvu elektricheskoy energii v elektricheskikh setyakh obshchego naznacheniya. <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294838/4294838041.htm>
6. Аллаэв, К. Р. (2009). Энергетика мира и Узбекистана. Молия.
7. Сиддигов, И. Х., эт ал. (2012). Преобразователь несимметричности трехфазного тока в напряжении (Патент УЗ ИАП 04562). Офитсиалний бюллетень, №8.
8. Сиддигов, И. Х. (2010). Преобразователь несимметричности трехфазного тока в напряжении (Патент УЗ ИАП 04185). Офитсиалний бюллетень, №6.
9. www.elster.ru
10. www.izmerenie.ru