

*Представлені проміжні результати експериментальних досліджень впливу потужних тиристорних випрямлячів на автономну електростанцію, що їх живить. Відображено, що збої в роботі тиристорного перетворювача досліджуваного електродвигательного комплексу є наслідком перешкод самого перетворювача, які впливають на його систему управління. Рекомендовано провести докладні експериментальні дослідження форм струмів і напруг системи, включаючи сигнали системи управління перетворювача*

*Ключові слова: автономна електростанція, потужні тиристорні випрямлячі*

*Представлены промежуточные результаты экспериментальных исследований влияния мощных тиристорных выпрямителей на питающую их автономную электростанцию. Отображено, что сбои в работе тиристорного преобразователя исследуемого электродвигательного комплекса являются следствием помех самого преобразователя, которые влияют на его систему управления. Рекомендовано произвести подробные экспериментальные исследования форм токов и напряжений системы, включая сигналы системы управления преобразователя*

*Ключевые слова: автономная электростанция, мощные тиристорные выпрямители*

УДК 621.311

# АНАЛИЗ РАБОТЫ ТИРИСТОРНОГО ПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА, РАБОТАЮЩЕГО В АВТОНОМНОЙ СЕТИ

**А. А. Жиленков**

Старший преподаватель

Кафедра «Электрооборудование судов и автоматизация производства»

Керченский государственный морской технологический университет

ул. Орджоникидзе, 82, г. Керчь, Украина, 98309

## 1. Введение

Исследования тиристорного электропривода постоянного тока, работающего в составе автономной электроэнергетической системы, проведенные автором, подтвердили актуальность проблемы электромагнитной совместимости в изучаемой системе [1] на основании гармонического анализа экспериментальных данных. Сейчас нет оснований утверждать, что в ближайшем будущем произойдет полное вытеснение тиристорных систем регулирования постоянного тока электроприводом переменного тока. Однако, несмотря на все достоинства подобных систем, которые сами по себе отличаются высокой надежностью, низкой стоимостью и простотой алгоритмов управления, уже не одно десятилетие стоит проблема обеспечения электромагнитной совместимости мощных тиристорных и полупроводниковых преобразователей вообще с питающими их сетями и другими устройствами, питающимися от этих сетей. Эта проблема усугубляется со временем, так как общая мощность преобразовательной нагрузки, задействованной на предприятиях, продолжает расти. Особенно остро эта проблема проявляется в автономных электроэнергетических системах, электростанция которых характеризуется ограниченной мощностью и возможностью существенной нестабильности параметров электроэнергии.

Данная статья продолжает исследование влияния мощного тиристорного привода постоянного тока на автономную электростанцию. Исследования проводились на автопароме «Ейск» - однопалубном, двухвинтовом, автомобильно-пассажирском пароме, с четырьмя ярусами рубок, с дизель-электрической энергетической установкой и подруливающим устройством.

Его пропульсивный комплекс - гребная электрическая установка, которая состоит из двух гребных электродвигателей постоянного тока типа МП2-М-650-152-8МЗ с принудительной системой вентиляции через воздухоохладитель.

Номинальная мощность каждого гребного электродвигателя (ГЭД): 710кВт. Номинальное напряжение 440В.

Питание и регулирование частоты ГЭД осуществляется тиристорными преобразователями (ТП).

Основные характеристики ТП:

- выпрямленный номинальный ток: 1600А;

- выпрямленное номинальное напряжение: 460В.

Источники электроэнергии на судне:

Главные дизель-генераторы (ДГ) состоят из 4-тактных двигателей 6VD26/20AL-2 с газотурбинным наддувом (3шт.) и генераторов переменного тока SSEE569-6V (3шт.), мощностью 750кВт (800кВА).

Питание двух ГЭД постоянного тока, работающих на ВФШ, с обслуживающими механизмами и оборудованием осуществляется от трех бесщеточных дизель-генераторов переменного тока. От главных дизель-генераторов так же осуществляется отбор электроэнергии для питания судовых потребителей.

Возбуждение ГЭД независимое,  $U=220$  В. Каждый ГЭД получает питание от своего тиристорного преобразователя ПТР1 / ПТР2 – типа КТЭ 1600/460 ЕВО, но на номинальный выпрямленный ток 1600 А, с плавным регулированием напряжения 460-0-460 В. Оба тиристорных преобразователя устанавливаются в ЦПУ и имеют по 3 секции с силовыми тиристорными мостами (шкаф силовой ШС) и по 1 секции управления (шкаф управления ШУ).

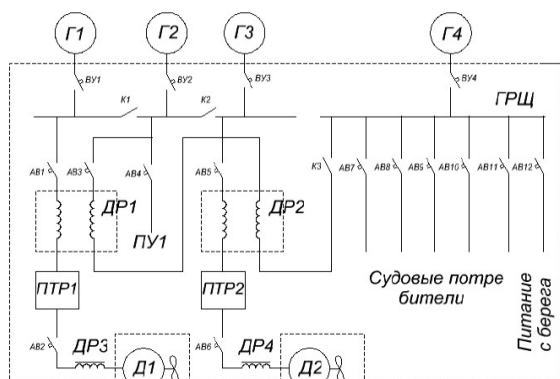


Рис. 1. Структурная схема СЭЭС парома «Ейск»

Изменение частоты вращения ГЭД производится изменением величины подводимого к ГЭД напряжения; реверс – изменением полярности напряжения на выходе тиристорного преобразователя при постоянном токе возбуждения ГЭД.

Наблюдения показали, что для системы электропитания исследуемого судна характерны следующие проблемы:

- низкое значение коэффициента мощности;
- срабатывание устройств защиты генераторов электростанции по перегрузке;
- загрузка генераторов по активной мощности составляет всего 50%, что в случае дизель-генераторов приводит к росту расхода топлива и появлению нагара;
- повышенные акустические шумы частей ТП ГЭД при определенных нагрузках.

Анализ работы системы электропитания проводился с помощью 8-ми канальной аналого-цифровой системы сбора данных, совместно с ноутбуком Dell Latitude E5420 с последующей обработкой в среде MatLab. Подключение к токоведущим частям тиристорного преобразователя, синхронного генератора и ГЭД производилось через специализированное восьмиканальное устройство гальванической развязки.

С помощью данного комплекса была произведена запись форм токов и напряжений в основных узлах схемы. Измерения проводились в ходе теплохода при различных скоростях вращения гребных двигателей.

## 2. Результаты исследования

В ходе исследований проводились замеры на скоростях 350 об/мин, 300 об/мин, 260 об/мин, 200 об/мин, 120 об/мин. При этом подключение измерительных приборов к сети проводилось на выходе ДГУ №2. В присоединении прибора к выходу других ДГУ не было необходимости, так как активная и реактивная потребляемая мощность, согласно полученным измерениям, при скорости вращения ГД 300 об/мин, распределяется равномерно между генераторами, что обеспечивает практически равные значения коэффициента мощности, а также схожий гармонический состав по току и напряжению [1].

Формы токов и напряжений подтверждают предыдущие результаты гармонического анализа (рис.2), показавшего, что в оптимальном ходу теплохода, мы получаем, что гармоники под номерами №5, №11, №15, №17, №19, №23, №25, №27, №29, №31, №33, №35, №37,

№39 и №41 превышают допустимые ГОСТом значения. А оптимальный ход обеспечивается теплоходом на протяжении 95 % времени.

Следует отметить, что при увеличении числа работающих на сеть генераторов, показатель СГИ уменьшается за счет распределения нагрузки на большее количество генераторов, при этом большее значения гармоник находится в пределах нормы. Однако данный режим использования ДГУ экономически не выгоден в виду увеличения эксплуатационных расходов и материальных затрат (на топливо, масло).

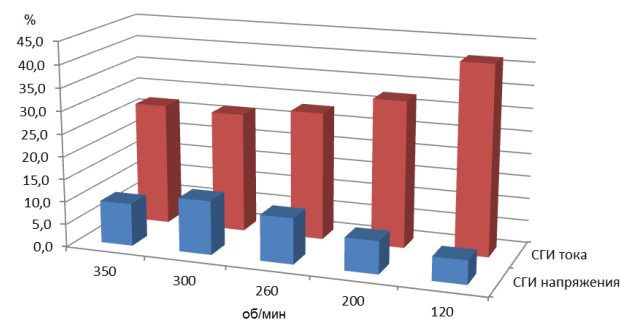


Рис. 2. Изменение СГИ тока и напряжения в зависимости от режимов работы судна

При динамически изменяющихся высоких нагрузках в определенных режимах работы системы наблюдались нарушения в работе тиристорного электропривода. В результате, происходило срабатывание функциональных защит и, как следствие, выход генераторов из синхронизма вплоть до полного обесточивания судна. В тоже время, при использовании двух ДГУ нет возможности обеспечения оптимальной скорости по причине наличия в сети высших гармоник.

На рис.3 представлена часть осциллограммы, фиксирующей аварийный режим работы преобразователя, в момент сбоя в его системе управления, в результате которого нарушается последовательность коммутации тиристорных преобразователя.

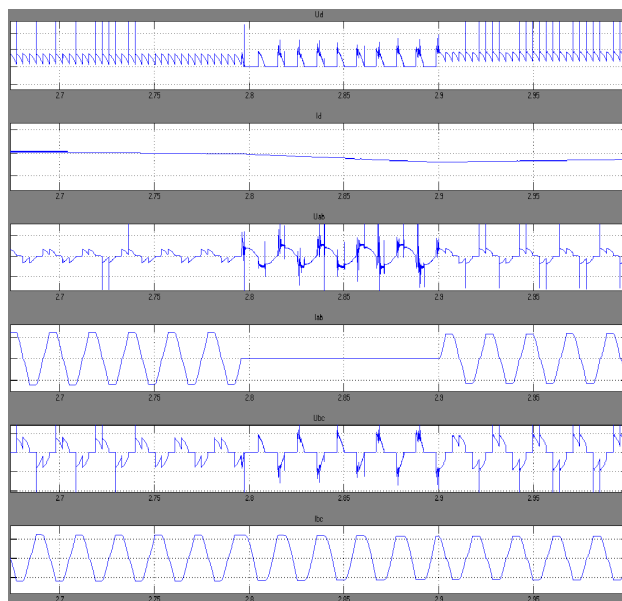


Рис. 3. Осциллограммы сигналов, снятые в системе ТП-СГ

### 3. Выводы

Предварительные эксперименты показали, что исследуемая система требует принятия мер повышающих электромагнитную совместимость между ее основными узлами. Очевидно, что сбои в работе тиристорного преобразователя исследуемого электро-

двигательного комплекса являются следствием помех самого преобразователя, которые влияют на его систему управления. В связи с этим необходимо произвести подробные экспериментальные исследования форм токов и напряжений системы, включая сигналы системы управления преобразователя.

### Литература

1. Жиленков, А.А. Влияния мощных тиристорных выпрямителей на питающую их автономную электростанцию /А.А. Жиленков // Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2012. – № 5/8 (59). – С. 14-19.
2. Шейнихович, В.В. Качество электрической энергии на судах: Справочник / В.В.Шейнихович, О.Н. Климанов, Ю.И. Пайкин, Ю.Я.Зубарев. КЗО-Л. : Судостроение, 1988.-160 с., ил. (Библиотека судового электротехника).
3. Плахтина, О.Г. Частотно-управляемые асинхронные и синхронные электроприводы / О.Г. Плахтина, С.С. Мазепа, А.С. Кущик. Львов: Издательство Национального Университета «Львовская политехника», 2002.- 227 с.

### Abstract

*The article continues the research of the effect of a powerful thyristor DC drive on the autonomous power station. The research was conducted on "Yeisk" - single-deck, twin-screw, car-passenger ferry, with four tiers of deckhouses, a diesel-electric power unit and the thruster.*

*The propulsive complex is a rowing electrical unit, which consists of two DC main propulsion motors of MP2-M-650-152-8M3 type with forced ventilation through the air cooler.*

*The preliminary experiments showed that the tested system required the measures that would increase electromagnetic compatibility between its main units. Obviously, the failures in the performance of thyristor converter of tested electromotive complex were due to interferences of the converter, which influence its control system. In this connection it is necessary to carry out detailed experimental studies of forms of current and voltage of the system, including signals of the inverter control system.*

**Keywords:** *autonomous power station, powerful thyristor rectifier*

Розглянуто метод керування за "оптимальним режимом" промислового кондиціонера. Проведено аналіз системи штучного мікроклімату та запропоновано параметричну схему системи керування промисловим кондиціонером. Може використовуватися спеціалістами для синтезу та аналізу системи керування кондиціонерів

Ключові слова: кондиціонер, метод "оптимального режиму", параметрична схема, система керування

Рассмотрен метод управления по "оптимальному режиму" промышленного кондиционера. Проведен анализ системы искусственного микроклимата и предложена параметрическая схема системы управления промышленным кондиционером. Может использоваться специалистами для синтеза и анализа системы управления кондиционеров

Ключевые слова: кондиционер, метод "оптимального режима", параметрическая схема, система управления

УДК 681.5.015.8:519

## АНАЛІЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО КОНДИЦІОНЕРА ІЗ ПАРОВЗВОЛОЖУВАЧЕМ

**І.М. Голінко**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра автоматизації теплоенергетичних процесів  
Національний технічний університет України "Київський  
політехнічний інститут"  
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
Контактний тел.: (044) 332-21-89  
E-mail: igor.golinko@conislab.net

**В.Г. Трегуб**

Доктор технічних наук, професор  
Кафедра інтегрованих автоматизованих систем управління  
Національний університет харчових технологій  
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01033  
Контактний тел.: (044) 550-84-31