

А. А. ЖИЛЕНКОВ, ст. преп., КГМТУ, Керчь;

И. А. СЕДАКОВ, студент, КГМТУ, Керчь

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТИРИСТОРНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОДВИЖИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА СУДНА НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ

Представлены выводы по результатам экспериментальных исследований влияния мощных тиристорных выпрямителей электродвигательного комплекса судна на судовую электроэнергетическую систему. Из.: 2. Библиогр.: 2 назв.

Ключевые слова: автономная электростанция, мощные тиристорные выпрямители

Введение

Обеспечение электромагнитной совместимости мощных полупроводниковых преобразователей с питающими их сетями и другими потребителями, работающими от этих сетей, – актуальная проблема, важность которой, как показывает практика, со временем только растет, что связано с постоянным ростом общей мощности преобразовательной нагрузки задействованной на предприятиях. Особенно остро стоит эта проблема в автономных электроэнергетических системах, электростанция которых характеризуется ограниченной мощностью и возможностью существенной нестабильности параметров электроэнергии. Морское судно с электродвижением – один из подобных объектов.

Экспериментальные исследования проводились на судне, пропульсивный комплекс которого - гребная электрическая установка, состоящая из двух гребных электродвигателей (ГЭД) постоянного тока (работающих на винт фиксированного шага) номинальной мощностью 710кВт - каждый. Питание и регулирование частоты ГЭД осуществлялось тиристорными преобразователями (ТП).

Источниками электроэнергии на судне являлись три главных дизель-генератора (ДГ) мощностью по 750кВт (800кВА).

Схема главной энергетической установки (ГЭУ) предусматривала следующие режимы работы:

- 3 главных генератора → 2ГЭД — ледовый режим полной мощности;
- 2 главных генератора → 2ГЭД — режим работы в чистой воде;
- 1 главный генератор → 2ГЭД — аварийный режим.

© А. А. ЖИЛЕНКОВ, И. А. СЕДАКОВ, , 2012

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

Причиной экспериментальных исследований системы электроснабжения судна стали жалобы членов электромеханической службы на 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 электроснабжения проводился с помощью специального анализатора качества электроэнергии Fluke 434 и цифрового мультиметра DMK32-40-62, совместно с ноутбуком Dell Latitude E5420. Данный комплекс позволил произвести замеры среднеквадратичных и пиковых значений линейных и фазных токов и напряжений, потребляемой активной и реактивной мощности, коэффициента мощности, с определением коэффициентов искажений форм тока и напряжения, значения гармоник тока и напряжения, суммарного коэффициента гармонических искажений, параметров дисбаланса системы. Измерения проводились в ходу судна при различных режимах его работы.

Результаты исследования

В ходе исследований проводились замеры на различных скоростях вращения ГЭД. Гармонический состав по току и напряжению регистрировался в процентном отношении к основной гармонике. При анализе таких данных можно реально оценить вклад каждой из гармоник в суммарное гармоническое искажение формы тока и напряжения.

На рис.1

показана диаграмма, отражающая изменения собственных гармонических искажений тока и напряжения на выходе ДГУ в зависимости от режимов работы ГЭД. Из диаграммы видно, что с понижением частоты вращения ГЭД СГИ напряжения несколько

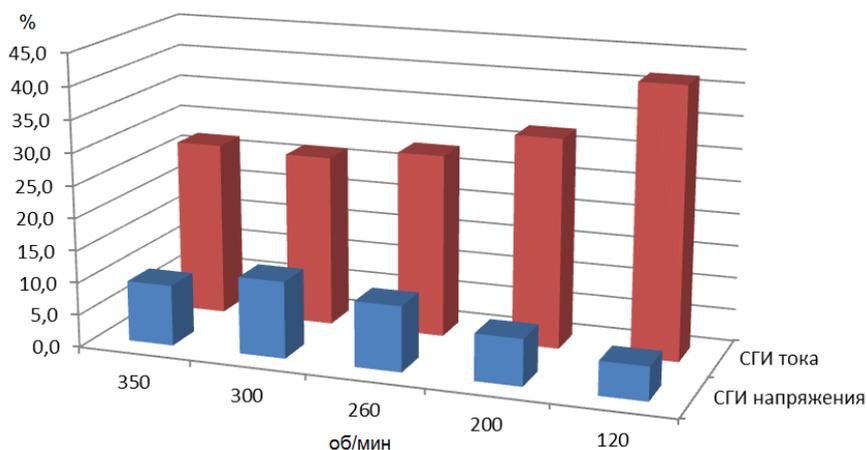


Рис. 1. Изменение СГИ тока и напряжения в зависимости от режимов работы судна

снижаются (с 12% в
при номинальных
оборотах, до 5,2% -

при

пониженных), а тока растёт (с 26% до 42%, соответственно). В то же время, согласно ГОСТ 13109-97, суммарные гармонические искажения (СГИ) по напряжению должно быть меньше 8 %, а СГИ по току - меньше 30%.

Такой характер изменения СГИ наблюдался при неизменном количестве работающих ДГУ. Хотя в номинальном режиме предполагается использование двух ДГУ, из-за повышенных гармонических искажений, с понижением оборотов ГЭД, работа сети становилась неустойчивой, срабатывали защиты генераторов, наблюдались повышенные акустические шумы частей ГЭД. Коэффициент мощности при этом был пониженным и, в результате, при полной загрузке ДГУ, активная мощность, потребляемая от них, составляла около 50% полной.

Срабатывание функциональных защит при динамически изменяющихся высоких нагрузках приводил к выходу генераторов ДГУ из синхронизма, что часто приводило к полному обесточиванию судна.

Результаты измерений пик-факторов тока и напряжения для различных режимов работы судна позволили получить первоначальное впечатление о функционировании системы электроснабжения, показывая реальное значение искажения формы тока и напряжения. Заметим, что величина пик - фактора выше 1,8 говорит о недопустимо сильных искажениях.

По результатам измерений выяснено, что коэффициент амплитуды пик-фактора по току варьируется между 1,52 и 1,92, выходя за допустимые пределы искажений при понижении нагрузки.

Коэффициент амплитуды по напряжению в номинальных режимах варьируется между 1,46 и 1,54, увеличивая значения при повышении нагрузки. Данное обстоятельство объясняется тем, что при повышении скорости ГД увеличивается СГИ по напряжению.

Характер изменения искажений тока и напряжения в зависимости от изменения нагрузки ТП подтверждается и диаграммой на рис.1.

В итоге, по результатам исследования, в оптимальном ходу теплохода, мы получили, что гармоники под номерами №5, №11, №15, №17, №19, №23, №25, №27, №29, №31, №33, №35, №37, №39 и №41 превышают допустимые значения.

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). Между тем, в оптимальном ходу судно используется в течении 95% времени работы.

На рис.2 приведены формы линейных напряжений судовой сети, на которых виден характер зарегистрированных искажений. Причем видно наличие как периодических, так и непериодических искажений форм напряжений.

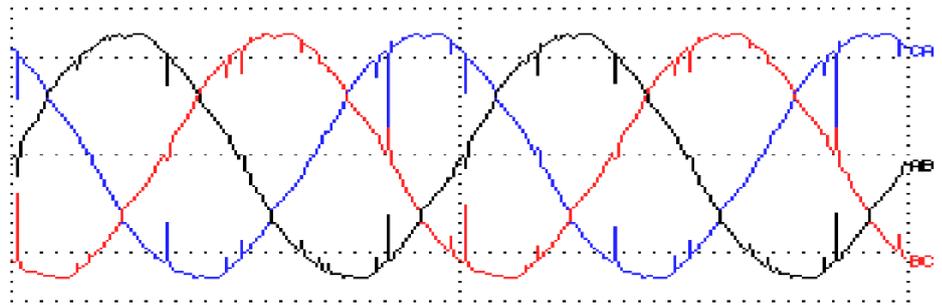


Рис. 2. Формы линейных напряжений судовой сети

Выводы

В результате, на основании проведенных экспериментов, исследованная сеть характеризуется следующим образом:

наличие гармоник тока и напряжения, значения которых существенно превышают допустимые, вызывая различные негативные последствия для судового электрооборудования, вплоть до срыва работы самих ТП, генерирующих их;

высокое значение пик-фактора, характеризующего искажение формы синусоиды тока и напряжения; срабатывание функциональных защит;

при динамически изменяющихся высоких нагрузках и, как следствие, выход генераторов из синхронизма вплоть до полного обесточивания судна;

при использовании двух ДГУ нет возможности обеспечения оптимальной скорости по причине наличия в сети высших гармоник.

Список литературы: 1. Шейнихович В. В., Климанов О. Н., Пайкин Ю. И., Зубарев Ю. Я. Качество электрической энергии на судах: Справочник/ КЗО-Л.: Судостроение, 1988.-160 с., ил. (Библиотека судового электротехника). 2. Плахтина О. Г., Мазепа С. С., Куцик А. С. Частотно-управляемые асинхронные и синхронные электроприводы Львов: Издательство Национального Университета «Львовская политехника», 2002.-227 с.

УДК 621.311

Вплив тиристорних випрямлячів електродвигателю судна на судову електроенергетичну систему/ Жиленков А. О., Седаков І. О. // Вісник НТУ «ХП». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХП». – 2012. - №50(956). С. 116-119

Представлені експериментальних досліджень впливу потужних тиристорних випрямлячів на автономну електростанцію, що їх живить. Іл.: 2. Бібліогр.:2. назв.

Ключові слова: автономна електростанція, потужні тиристорні випрямлячі

UDK 621.311

Influence of thyristor rectifiers of electropropulsion complex of ship on the ship electroenergy system/ Zhilenkov A., Sedakov I. //Bulletin of NTU “KhPI”. Subject issue: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”. – 2012. - № 50(956). P. 116-119

The results of experimental researches of influence of powerful thyristor rectifiers on autonomous power-station that feeding them are presented. Im.:2 : Bibliogr.: 2.

Keywords: autonomous power-station, powerful thyristor rectifiers

Надійшла до редакції 20.09.2012