

## THE USING OF A CHAIN EQUIVALENT CIRCUIT OF LONG LINES AT CALCULATION OF TRANSIENTS

*Khvoshan O.V.*

*The analytical dependences to determine the required number of chain links of a long line equivalent circuit to perform calculations with a given accuracy are received.*

**Keywords:** *long line, chain replacement scheme, transient process.*

**УДК 621.314:329.584**

## СТАТИЧЕСКИЕ ИНДУКЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВСТРАИВАНИЯ В ОБОЛОЧКИ ОГРАНИЧЕННОГО ДИАМЕТРА ОБЪЕКТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*Садовой А.С., ассистент*

*Николаевский национальный аграрный университет*

*Виконано аналіз об'єктів використання, а також конструктивно – технологічних особливостей однофазних і трифазних трансформаторів компактного виконання систем підводно-технічного та іншого спеціального електрообладнання, визначено задачі і можливості удосконалення подібних трансформаторів перетворенням твірних контурів елементів та структурною оптимізацією електромагнітних систем.*

*Выполнен анализ объектов использования, а также конструктивно – технологических особенностей однофазных и трехфазных трансформаторов компактного исполнения систем подводно-технического и другого специального электрооборудования, определены задачи и возможности усовершенствования подобных трансформаторов преобразованием образующих контуров элементов и структурной оптимизацией электромагнитных систем.*

Современное состояние технического прогресса характеризуется интенсификацией работ по подводным исследованиям, разведке и освоению шельфа, а также расширением исследований внеземного пространства. Важнейшими стратегическими целями, связанными с возможностями дальнейшего развития и существования человечества, являются будущее освоение, в дополнение к шельфу, значительных глубин земного океана, солнечной системы и дальнего космоса. Итенсифицируется также потребление наземных и подземных природных ресурсов, в частности жидкостно-газовых топливно-энергетических и водных. В связи с этим в развитых странах мира уделяется серьезное внимание разработке возобновляемых источников энергии, в том числе энергии морских волн, приливов и отливов. Решение названных весьма сложных современных задач и обеспечение предпосылок достижения перспективных значительных целей требует непрерывного усовершенствования и развития соответствующих технических средств,

включающих системы электрооборудования и автоматики со специальными электромеханическими, электронно - микропроцессорными и приборными комплексами. Указанные комплексы содержат габаритные и металлоемкие компоненты – встроенные и погружные трансформаторы. Важными показателями таких трансформаторов являются компактность, конструктивное соответствие блокам электрооборудования и удобство встраивания. В настоящее время в Украине эксплуатируются, а специализированными заводами производятся трансформаторы с «традиционными» техническими решениями электромагнитных систем (ЭМС) [1,2]. При этом, согласно [3], потери электроэнергии в распределительных сетях Украины составляют до 20% мощности, отпущенной генерирующими станциями. Значительную долю этой части составляют потери в трансформаторах I – II габаритов классов напряжения 6 – 35 кВ. Указанное обстоятельство, требования минимальных массогабаритных показателей, компактности и надежности, предъявляемые к специальному электрооборудованию [4,5], показывают важность и актуальность разработки специальных и усовершенствования распределительных трансформаторов различной мощности.

Целью работы является анализ специфики применения, существующих аналогов и технических решений усовершенствования, а также постановка задачи разработки трансформаторов систем электрооборудования объектов специальной техники.

Аппараты и комплексы подводного поискового, подводно-технического [4-10] и авиационно-космического [11, 12] назначений, а также судовые навесные погружные капсулы [13], по типам внешнего корпуса и оболочек размещения элементов технических систем подразделяются на обтекаемые (рис. 1, а и б) и рамные (рис.1, в), а также на содержащие прочные сферические (рис.1, а) и цилиндрические трубчатые (рис.1, б и в) оболочки ограниченного диаметра.

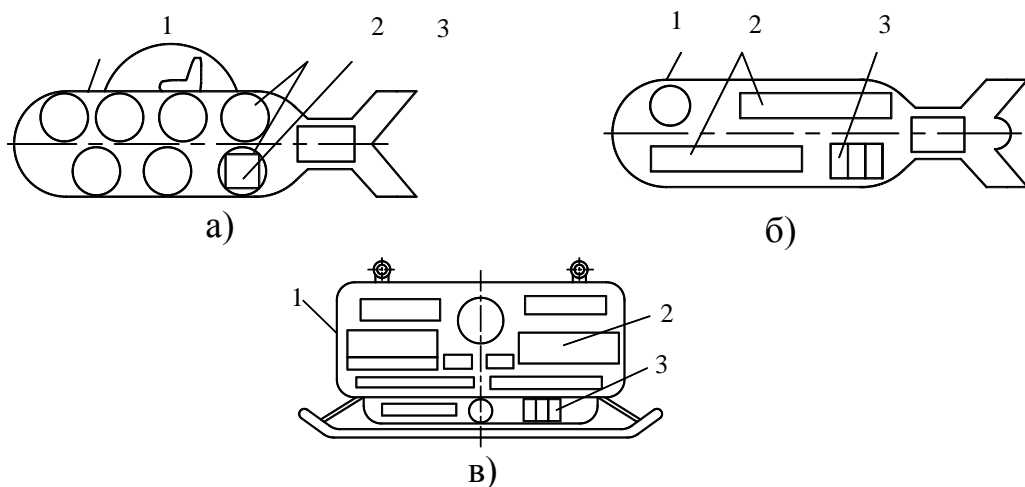


Рис. 1. Конструктивные схемы самоходного обитаемого (а) и необитаемого (б), а также спускаемого (в) подводных аппаратов:

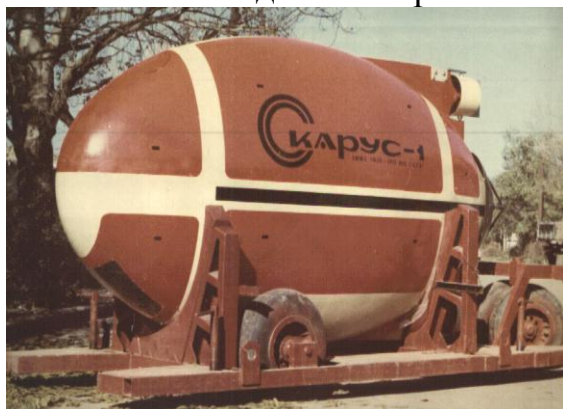
1 – корпус; 2 – оболочка системных блоков и элементов;  
 3 – трансформатор

Разработанными в Николаевском кораблестроительном институте (Национальном университете кораблестроения) имени адмирала Макарова подводными техническими объектами [6] с электрооборудованием, заключенным в цилиндрические трубчатые оболочки, являются самоходные аппараты «Атлеш» и «Nhe north star», а также спускаемые рамные аппараты «Агент – 1» (рис. 2) и «Софокл».

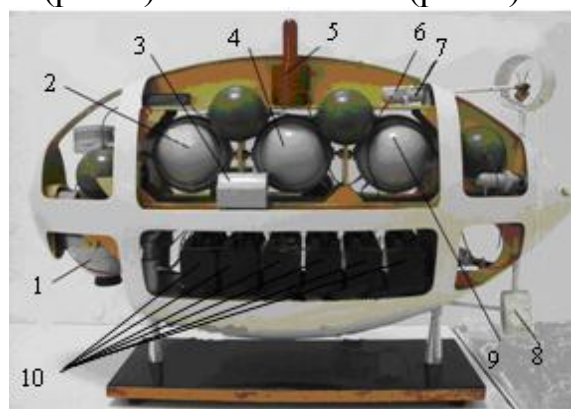


Рис. 2. Спускаемый подводный аппарат рамного исполнения «Агент – 1»

Подводными техническими объектами [7] с внутрикорпусными и внешними сферическими оболочками комплектующего оборудования являются самоходные аппараты «Скарус» (рис. 3) и «МТК – 200» (рис. 4).



а)



б)

Рис. 3. Необитаемый автономный самоходный спускаемый аппарат "Скарус-1":

1 – полезный груз; 2 – навигационная и информационно -управляющая системы; 3 – крено-дифферентная система; 4 – блок трансформатора; 5 – система связи; 6 - гребной электродвигатель; 7 – редуктор; 8 - гребной винт; 9 – регулируемый преобразователь; 10 – аккумуляторная батарея.

Примерами подводных технических объектов, содержащих «навесные» трансформаторы являются спускаемые водолазные камеры («колоколы») глубоководных комплексов «ГВК» [8]. Такие комплексы базируются на судах - носителях и обеспечивают погружение акванавтов на глубины до 500м при морском подводном исполнении и на глубины до

1000м при герметичном исполнении силового электрооборудования. Электроснабжение системы электрооборудования (рис.5, а) водолазного колокола линейным напряжением 27В обеспечивается через кабель – шланг – трос с входным напряжением до 1000В на судне – носителе.

Погружной понижающий трехфазный трансформатор размещен в отдельном корпусе в верхней части колокола (рис.5, б). Пониженное напряжение используется для питания электродвигателей агрегатов подогрева и очистки дыхательно-газовой смеси и цепей внутреннего электрического освещения.



Рис.4. Самоходный (в погружном и доном положениях) спускаемый подводный аппарат "МТК – 200"

Известны также разработки волновых и приливных электростанций [10], которые могут комплектоваться «подвесными» и «обтекаемыми» погружными трансформаторами. Приливные электростанции содержат турбины в туннельных цилиндрических корпусах соединяющих наполнительные бассейны с морем. В процессе чередования приливов и отливов ротор генератора вращается противоположно. Массогабаритные и энергетические характеристики генерирующего агрегата могут быть улучшены, на основе внешнего естественного принудительного водяного охлаждения, при встраивании в цилиндрический корпус турбины генератора и погружного трансформатора. Разработка подобного трансформатора с соответствием конфигурации активно-конструктивной части направленному вдоль оси агрегата потоку охлаждения и погружное исполнение генератора обеспечат максимальные удельные показатели электромеханической системы генерирования энергии [13].

Трехфазные группы с однофазными тороидальными трансформаторами встроенными, совместно с электродвигателями ограниченного диаметра, в конечные трубчатые элементы, являются важными составляющими систем электропривода скваженных насосов и бурового оборудования. Согласно [14], в насосах добычи нефти и в электрических бурах используются асинхронные двигатели с малыми диаметрами и повышенными длинами десяти типоразмеров ПЭД 20... ПЭД 125 мощностью 20...125 кВт с различными рабочими напряжениями

от 700 до 2000 В. Все двигатели ПЭД получают энергию от питающих кабелей с рабочим напряжением 3300 В и внешних трансформаторов соответствующей мощности. Потери напряжения при передаче энергии к погруженному электромеханическому блоку, в зависимости от номинального напряжения и мощности ПЭД, составляет 16...55 В [14].

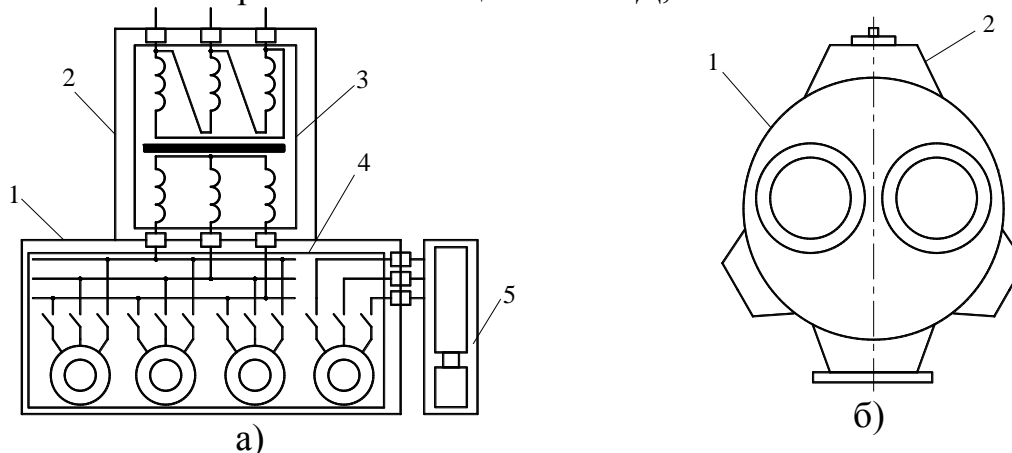


Рис. 5. Упрощенная электрическая схема с составом силового электрооборудования (а) водолазного колокола (б):

1 – корпус колокола; 2 – корпус трансформатора; 3 – трансформатор;  
4 – система электрооборудования агрегатов подогрева и очистки дыхательно-газовой смеси, 5 – блок преобразователя и аккумуляторной батареи

На массогабаритные и энергетические показатели, а также надежность входящего в объекты подводной, авиационно-космической и погружной насосно-буровой техники [4-14] блочного оборудования в прочных цилиндрических и сферических оболочках существенно влияют трансформаторы. Наиболее востребованные в «традиционном» производстве индукционных статических устройств планарные ЭМС однофазных и трехфазных трансформаторов [1,2] не удовлетворяют условиям компактного встраивания в указанные оболочки и характеризуются массогабаритными показателями, не соответствующими требованиям объектов специальной техники. Конструктивно приспособленными для размещения в ограниченных сферических и цилиндрических объемах являются симметричные пространственные ЭМС [5,8]. Трансформаторы с трехфазными ЭМС размещаются в сферических (рис. 1, а), или подвесных корпусах [5,8,13]. В трубчатые корпуса-оболочки ограниченного диаметра устанавливаются групповые трехфазные преобразователи с однофазными тороидальными трансформаторами (рис. 1 б и в) [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бальян Р.Х. Трансформаторы для радиоэлектрики. – М.: Сов. Радио, 1971.- 720с.

2. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд. Перераб. и доп.-М. Энергоатомиздат,1986-528с.
3. Шидловський А.К., Федоренко Г.М. Макроекономічні та електротехнічні тренди в електроенергетиці України 1900-2000р.// Техн. Електродинаміка 2002.– №5 – с.3-12.
4. Блинцов В.С. Проблемы и пути развития электрооборудования и автоматики подводных аппаратов// Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали Всеукраїнської наук.-техн. конф. з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2007. – с.257-269.
5. Ставинский А.А. Особенности назначения и использования специальных электрических машин //Електротехніка і електромеханіка. – 2008.-№1-с.44-48.
6. Блинцов В.С. Привязные подводные системы. – Київ: Наукова думка, 1998-232с.
7. Блінцов С.В. Автоматичне керування автономними підводними апаратами в умовах невизначеності.  
– Миколаїв: ТОВ «фірма Іліон», 2008.-204с.
8. Ставинский А.А., Забора И.Г. Усовершенствование оборудования водолазных комплексов на основе специальных исполнений электромеханических устройств// Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали Всеукраїнської наук.-техн. конф. з міжнародною участю – Миколаїв: НУК,2006. – с.194-202.
9. Милн П. Подводные инженерные исследования.– Л.: Судостроение,1984.-340с.
10. Коробков В.А. Преобразование энергии океана – Л.: Судостроение,1986.-280с.
11. Куландин А.А., Тимашов С.В., Иванов В.П. Энергетические системы космических аппаратов. – М.: Машиностроение,1972.-427с.
12. Основы электрооборудования летательных аппаратов. ч.1,2/ Под ред Д.Э. Брускина. – М: Высш. школа, 1978.-263с.
13. Ставинский А.А., Шевченко В.В., Чекунов В.К. Возможности усовершенствования судовых электромеханических комплексов на основе нетрадиционных технических решений электрических машин //Електронне видання «Вісник Національного університету корабледування» – Миколаїв: НУК, 2010.-№2.-с.98-105.

## **STATIC INDUCTION APPARATUS FOR EMBEDDING IN A SHELL DIAMETER OF THE OBJECT LIMITED SPECIAL EQUIPMENT**

*Sadovoy A.S.*

*The analysis of the use of objects, as well as constructive - technological features of single-phase and three-phase transformers, compact design of underwater systems, technical and other specialized electrical equipment, identified challenges and opportunities to improve these transformations form a transformer circuit elements and structural optimization of electromagnetic systems.*

**Keywords:** *identified challenges, transformer, electrical equipment.*